

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



Bodové pole v České republice

Geodetic Points Field Czech Republic

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Dana Tollingerová, Ph.D.

Bakalant: Ivana Víchová

2015

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala sama pod odborným vedením Ing. Dany Tollingerové, Ph.D. Jako autor bakalářské práce prohlašuji, že jsem uvedla všechny zdroje, ze kterých jsem čerpala.“

V Praze dne 10.4.2015

.....

Ivana Víchová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí práce Ing. Daně Tollingerové, Ph.D. za odborné vedení a za cenné rady a připomínky při vytváření mé bakalářské práce. Poděkování patří i Výzkumnému ústavu geodetickému, topografickému a kartografickému ve Zdíbech za poskytnutí materiálů.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ivana Víchová

Vodní hospodářství

Název práce

Bodové pole v České republice

Název anglicky

Geodetic Points Field Czech Republic

Cíle práce

Cílem práce bude vystihnout vývoj bodového pole v České republice. Bude se jednat o popis postupného budování souboru bodů základního bodového pole, zhušťovacích bodů a bodů podrobného bodového pole. Bodová pole budou rozdělena podle účelu na polohová, výšková a tíhová. Pozornost bude věnována způsobu stabilizace, signalizace, ochraně bodu i metodě určení souřadnic (x,y,z) geodetického bodu.

Metodika

Úvodní část bude věnována rozdělení bodového pole v České republice, následovat bude způsob stabilizace, signalizace a ochrana těchto bodů. Dále pak metoda určení souřadnic a výšek těchto bodů. Tato část bude doplněna vlastními fotografiemi vybraných geodetických bodů. Závěrem bude popsán souřadnicový a výškový systém závazný pro práci na úseku katastru nemovitostí v České republice.

Doporučený rozsah práce

30 stran textu a přílohy

Klíčová slova

geodetický bod, stabilizace, signalizace, Křovákovo zobrazení, jednotná trigonometrická síť katastrální, Balt po vyrovnání

Doporučené zdroje informací

Blažek R., Skořepa Z., 2009, Geodézie 3, ČVUT Praha

Hrdlička M., Fafejta J. Bodová pole jako základ vytváření nových katastrálních map. Časopis zeměměřič, vydání 8+9/2001

Předpis č. 31/1995 Sb. Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením

Předpis č. 430/2006 Sb. Nařízení vlády o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání, ve znění nařízení vlády č. 81/2011 Sb.

Ratiborský J., 2006, Geodezie 2, ČVUT Praha

Ratiborský J., 2007 Geodézie 10, ČVUT Praha

Schenk J., 2004 Geodetické sítě, Ostrava

Vyhláška 256/2013 Sb. Zákon o katastru nemovitostí (katastrální zákon)

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Dana Tollingerová, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2015

Abstrakt

Bakalářská práce na téma „Bodové pole v České republice“ si klade za cíl zpracování literární rešerše.

Práce je rozdělena do několika hlavních kapitol. Obsah je věnován významu a rozdělení bodového pole, stručnému vývoji od dob Rakouska-Uherska k současnému stavu jednotlivých bodových polí. Kapitoly popisující způsoby stabilizace, signalizace a ochrany bodů jsou pro lepší představu doplněny fotografiemi. V závěru jsou popsány metody určování souřadnic a v současné době používaný souřadnicový a výškový systém na našem území.

Tuto práci jsem zpracovala způsobem, který dle mého názoru vystihne podstatu zvoleného tématu.

Klíčová slova: Křovákovo zobrazení, stabilizace, geodetický bod, signalizace, Jednotná trigonometrická síť katastrální, Balt po vyrovnání

Abstract

The result of the bachelor thesis called „Geodetic field point (or Geodetic control point in CZ) in Czech republic“ should be the literature review.

I decided to divide this thesis into several chapters based on the main theme and based on the character of each chapter. Within the content of this bachelor thesis I focused on the importance and on division of the point field. The development and the history of each point fields since the Austro-Hungarian Empire till nowadays were also important aspects. For better understanding and better visualization I would like to add some photographs to the chapters where I tried to describe the ways of stabilization, signalization and the protection of survey stations. The methods of the determination of coordinate and the current vertical coordinate system used in Czech republic are described in the conclusion of this thesis.

I processed this thesis in a manner which, in my opinion, I was able to capture the main point of the chosen topic .

Key words: The Krovak projection, stabilization, survey control point, signalization, The Uniform Trigonometric Cadastral Network, Baltic Vertical Datum - After Adjustment

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární rešerše.....	11
2.1. Význam bodového pole.....	11
2.2. Rozdělení bodového pole.....	12
2.3. Obsah bodových polí.....	13
2.3.1. Obsah bodového pole polohového.....	13
2.3.2. Obsah bodového pole výškového.....	14
2.3.3. Obsah bodového pole tíhového.....	16
2.4. Vývoj polohových základů.....	17
2.4.1. Stabilní katastr.....	17
2.4.2. Vojenská triangulace.....	17
2.4.3. Jednotná trigonometrická síť katastrální.....	18
2.4.4. Astronomicko-geodetická síť.....	19
2.4.5. Síť nultého řádu.....	20
2.4.6. Síť permanentních stanic GNSS České republiky- CZEPOS.....	21
2.5. Vývoj výškových základů.....	22
2.5.1. Období do roku 1918.....	22
2.5.2. Období 1918-1938.....	23
2.5.3. Období 1939-1960 Československá jednotná nivelační síť (ČSJNS)..	23
2.5.4. Období 1961-1989.....	24
2.5.5. Období po roce 1989.....	24
2.6. Vývoj tíhových základů.....	25
2.6.1. První gravimetrická měření.....	25
2.6.2. Gravimetrická síť I. a II. řádu- tíhový systém 1957.....	26
2.6.3. Československá státní gravimetrická síť 1964- tíhový systém 1964...	27
2.6.4. Údržba základního tíhového bodového pole a tíhový systém 1971.....	28

2.6.5.	Jednotná gravimetrická síť	29
2.6.6.	Mezinárodní spolupráce	29
2.7.	Stabilizace bodů	29
2.8.	Signalizace a ochrana bodů	36
2.9.	Číslování bodů.....	36
2.10.	Metody určování souřadnic x, y, z.....	38
2.10.1.	Metody určování polohových bodů.....	38
2.10.2.	Metody určování výškových bodů	43
2.10.3.	Metody určování tíhových bodů.....	47
2.11.	Závazné referenční systémy.....	48
2.12.	Zavedení výškového systému Balt po vyrovnání	48
2.13.	Aproximace Země.....	49
2.14.	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální	51
3.	Diskuze.....	55
4.	Závěr	56
5.	Přehled použité literatury	57
6.	Seznam tabulek	61
7.	Seznam obrázků	62
8.	Seznam příloh.....	63

1. Úvod

V práci jsem se zabývala vývojem bodových polí na našem území. Samostatná Česká republika vznikla 1. ledna 1993, do té doby jsme byli součástí např. Rakouska – Uherska nebo jsme tvořili jeden celek se Slovenskou republikou. Proto není možné omezit vývoj pouze na současné území.

Geodetickou síť v České republice tvoří množina bodů, které jsou rozmístěny po celém území. Každý geodetický bod může být současně bodem více bodových polí. Bod je trvale stabilizován značkou odpovídající kvalitě a využití bodu, popřípadě označen signalizačním prvkem, nebo ochranným prvkem. Každému bodu bodového pole také náleží geodetické údaje. Geodetické údaje obsahují všechny potřebné informace o bodu jako je např. číslo a název bodu, údaje o vlastníkově pozemku, kdo bod zřídil, způsob stabilizace a signalizace bodu, souřadnice y,x popř. z, číslo mapového listu na kterém se bod nachází, dostatečně podrobný náčrtek situace sloužící k nalezení bodu apod. Geodetické údaje lze získat osobně na katastrálním úřadě, nebo pomocí dálkového přístupu na internetové stránce www.cuzk.cz.

Geodetický bod- trvale stabilizovaný bod, popř. signalizovaný, pro něž jsou určeny ve stanovených geodetických systémech souřadnice, nadmořská výška, tíhový údaj (nebo jen některý údaj) s přesností a dokumentací předepsanou ČSN 73 0415 (ČSN 73 0401).

2. Literární rešerše

2.1. Význam bodového pole

V současné době zastává bodové pole velmi významnou funkci pro mnoho oborů, i když to na první pohled nemusí být patrné. Slouží při pozorování posunů mostů a přehrad.

Zastává významnou funkci např. v investiční výstavbě, výstavbě inženýrských sítích, dopravě, obraně státu, zemědělství apod. Bez jeho existence by nebylo možné vytvořit kvalitní a přesné mapy ať již jde o mapy katastrální či účelové (Hrdlička et Fajeta, 2001).

Je nepostradatelné pro práci v katastru nemovitostí. Slouží k určení přesných hranic vlastnických práv a jako podklad pro nová mapování (předpis č. 256/2013 Sb.).

2.2. Rozdělení bodového pole

Bodové pole se rozděluje podle účelu a přesnosti do několika skupin a podskupin:

- Polohové bodové pole
 - základní polohové bodové pole (ZPBP)
 - body referenční sítě nultého řádu
 - body Astronomicko-geodetické sítě
 - body České státní trigonometrické sítě
 - body geodynamické sítě
 - podrobné polohové bodové pole (PPBP)
 - zhušťovací body
 - ostatní body podrobného bodového pole
- Výškové bodové pole
 - základní výškové bodové pole (ZVBP)
 - základní nivelační body
 - body České státní nivelační sítě I. až III. řádu (ČSNS)
 - podrobné výškové bodové pole (PVBP)
 - nivelační sítě IV. řádu
 - plošné nivelační sítě
 - stabilizované body technické nivelace
- Tíhové bodové pole
 - základní tíhové bodové pole (ZTBP)
 - absolutní tíhové body
 - body České gravimetrické sítě nultého a I. a II. řádu
 - body hlavní gravimetrické základny
 - podrobné tíhové bodové pole (PTBP)
 - body gravimetrického mapování
 - body účelových sítí

(příloha k vyhlášce č. 31/1995 Sb.)

2.3. Obsah bodových polí

2.3.1. Obsah bodového pole polohového

Základní polohové bodové pole

Základní bodové pole pokrývá celé území České republiky v podobě plošných sítí, které jsou nezbytné pro všechny navazující práce. Tyto body jsou zaměřovány s největší možnou přesností a pečlivě stabilizovány (Abelovič et al 1990).

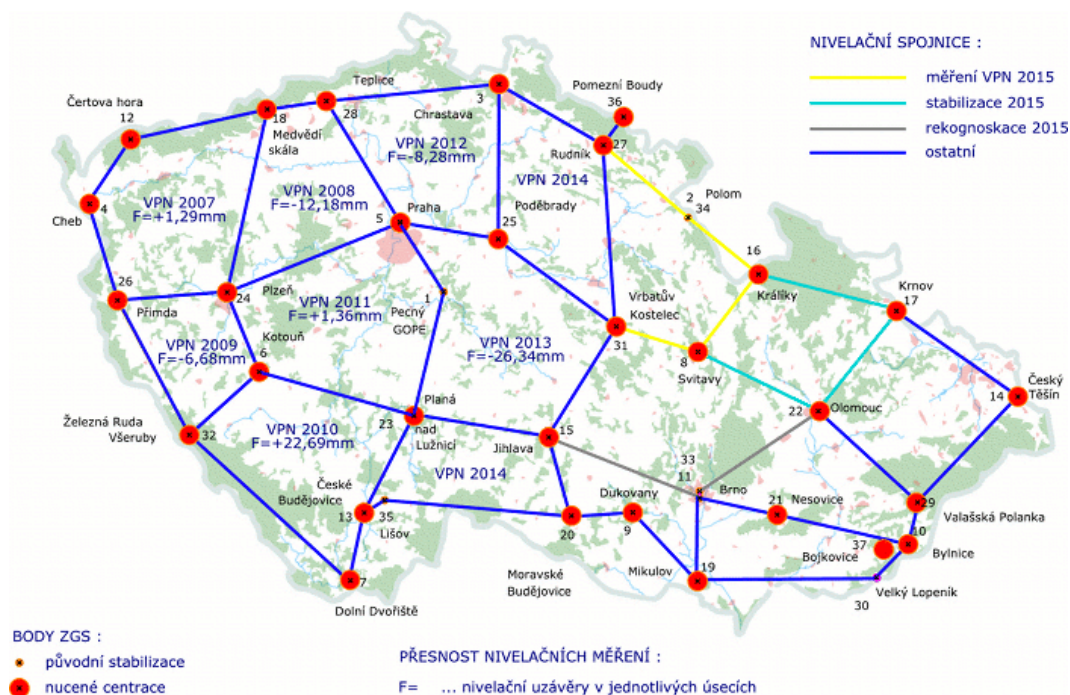
Body České státní trigonometrické sítě

Česká státní trigonometrická síť vznikala v letech 1920-1957 ve třech etapách a tvoří ji 397 trojúhelníků se 237 body (Schenk, 2004).

Základní geodynamická síť

Geodynamické body, které jsou určeny metodami GNSS, velmi přesnou nivelací a gravimetricky, tvoří základní geodynamickou síť. Její účel spočívá v možnosti sledování pohybů zemského povrchu. Zároveň plní úlohu styčné sítě, která umožňuje integraci prostorových, polohových, výškových a tíhových geodetických základů. Tato síť je tvořena 37 body (ČÚZK, 2015).

Obrázek 1- Základní geodynamická síť



Zdroj: ČÚZK (2015)

Podrobné polohové bodové pole

Mezi body podrobného bodového pole patří zhušťovací body a ostatní body podrobného bodového pole. Tyto body se budují dle potřeby a účelu, jejich souřadnice se určují z již známých základních bodů nebo přesněji určených podrobných bodů (Schenk, 2004).

Zhušťovací bod- geodetický bod zřizovaný pro zhuštění základního bodového pole, jehož souřadnice a výška jsou určeny z daných trigonometrických bodů nebo dříve určených zhušťovacích bodů s přesností stanovenou v ČSN 73 0415 (ČSN 73 0402).

2.3.2. Obsah bodového pole výškového

Základní výškové bodové pole

Mezi body základního výškového bodového pole patří základní nivelační body a body České státní nivelační sítě I. až III. řádu. Tyto body slouží k dalšímu zahuštění sítě (Blažek et Skořepa, 2009).

Základní nivelační body

Sít' bodu základní nivelační sítě v České republice tvoří 12 nivelačních bodů, rovnoměrně rozložených po celém území. Lokality byly vybrány tak, aby geologické podloží zajišťovalo maximální stabilitu stabilizovaného bodu. Body jsou stabilizované ve skalních výchozech a opatřeny ochranným pomníkem (Blažek et Skořepa, 2009).

Obrázek 2- Základní bod Lišov



Zdroj: ČÚZK (2015)

Jedním z nejznámějších a prvním základním bodem je bod I.ZNB- Lišov, dále pak II. ZNB- Mrač, III.ZNB Vrbatův Kostelec, IV. ZNB Vlaské, V. ZNB Želešice, VI. ZNB Svárov byl v roce 2006 nahrazen bodem XIII. ZNB Chrastava, VII. ZNB Žirovice, VIII. ZNB Teplice, IX. ZNB Železná Ruda, X. ZNB Bojkovice, XI. ZNB Krnov a XII. ZNB Pecný. Všech 12 základních nivelačních bodů bylo určeno velmi přesnou nivelací a jsou pravidelně kontrolovány (vyhláška č.31/1995 Sb.).

Body České státní nivelační sítě I. až III. řádu

Body české státní nivelační sítě I. až III. jsou rozmístěny po celé České republice s dostatečným zahuštěním. Slouží k dalšímu výškovému měření.

Body I. řádu, jsou tvořeny nivelačními pořady seskupenými do nivelačních polygonů, které vytvářejí uzavřené obrazce a vymezují tzv. nivelační oblast I. řádu. Obvod jednotlivých uzavřených polygonů je zhruba 300 – 400 km. Výšky bodů I. řádu jsou určovány velmi přesnou nivelací.

Sít' bodů II. řádu vznikla vložením pořadů do jednotlivých uzavřených polygonů I. řádu. Tyto pořady, společně s částmi pořadu I. řádu tvoří další menší uzavřené polygony s obvodem přibližně 100 km a vymezují tzv. oblast II. řádu. Body sítě II. řádu jsou určovány velmi přesnou nivelací.

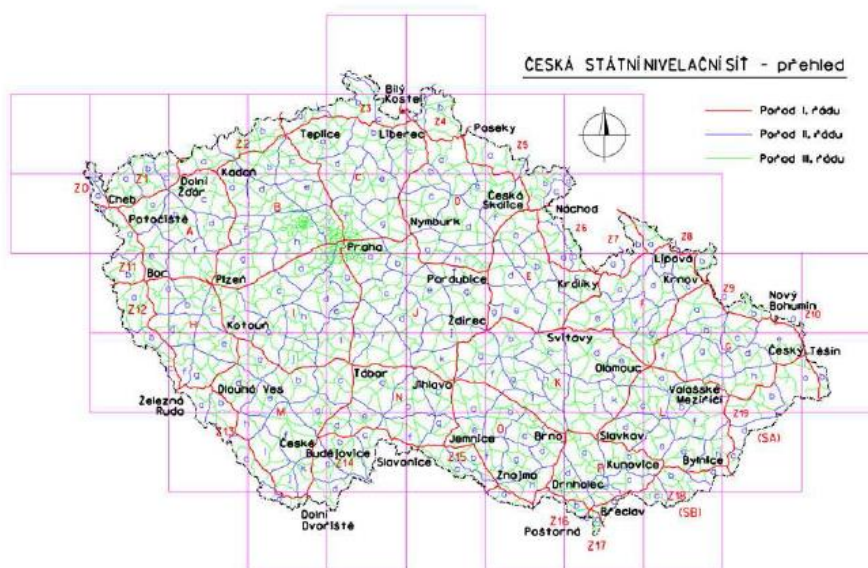
Body III. řádu dále zhušťují sít' I. a II. řádu. Výška bodů III. řádu je určována přesnou nivelací (Blažek et Skořepa, 2009).

Tabulka 1- Statistika výškových bodů k 26.11.2014

Řád	Délka pořadů v km	Počet bodů	Počet pořadů
I.	4 097,7	15 159	75
II.	5 802,7	18 915	233
III.	14 800,7	48 280	992

Zdroj: ČÚZK (2015)

Obrázek 3- Česká státní nivelační síť I. - III. řádu



Zdroj: Schenk (2004)

Podrobné výškové bodové pole

Mezi body podrobného výškového pole patří body nivelační sítě IV. řádu a body plošných nivelačních sítí, jejich výška se určuje přesnou nivelací. Nejméně přesné body a to body zaměřené technickou nivelací jsou většinou body polohového bodového pole, u nichž byla využita jejich stabilizace (Blažek et Skořepa, 2009).

2.3.3. Obsah bodového pole tíhového

Základní bodové pole tíhové tvoří absolutní tíhové body, body 0., I. a II. řádu.

V roce 2013 byla dokončena nová realizace tíhového systému. Tento tíhový systém obsahuje celkem 424 bodů (ČÚZK, 2015).

Tabulka 2 - Statistika tíhových bodů v roce 2013

Počet bodů	
15	Body nultého řádu a absolutní body
212	Body prvního řádu
197	Body druhého řádu

Zdroj: ČÚZK (2015)

2.4. Vývoj polohových základů

2.4.1. Stabilní katastr

Budování první trigonometrické sítě u nás probíhalo v letech 1821-1840 za dob Rakouska-Uherska. Tato síť měla zajistit přesné mapy celé bývalé rakousko-uherské monarchie. Souřadnice bodů I. až III. řádu byly určeny výpočtem z úhlů naměřených pomocí teodolitů. Souřadnice IV. řádu byly určeny grafickou triangulací, proto dosahují malé přesnosti. K převedení sítě do roviny bylo použito Cassini-Soldnerovo zobrazení. Protože bylo zanedbáno zakřivení Země a sbíhavost hlavních kružnic bylo celé území rozděleno na sedm souřadnicových systémů, aby nedocházelo k velkému zkreslení. Pro současné území Čech byl tzv. Gusterberský systém a pro území Moravy a Slezska tzv. Vídeňský systém. Nedostatkem této sítě byl fakt, že některé body byly trvale stabilizovány až 20 let po zaměření. Tím se přesnost bodů rapidně snížila a některé body se ztratily. (Ratiborský, 2006).

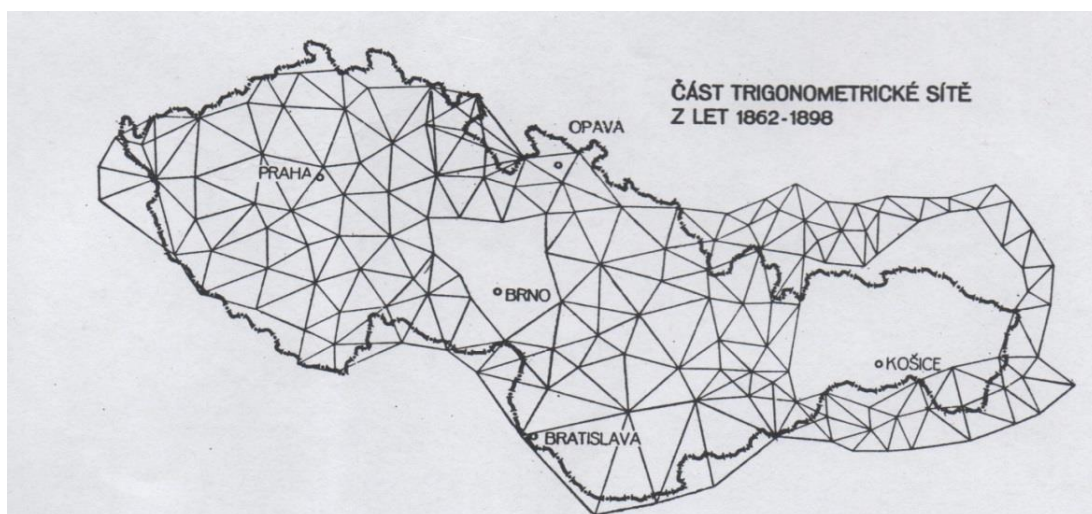
Pro mapy stabilního katastru bylo použito sáhové míry a měřítko 1:2880.

2.4.2. Vojenská triangulace

V letech 1862-1898 byla vybudována vojenská síť, u které byla dosažena poměrně vyšší než přesnost než u minulých děl (Cimbálník, 1992).

Bylo zaměřeno 22 základů, ze kterých byl určen rozměr sítě. Poloha bodů na Besselově elipsoidu byla určena v zeměpisných souřadnicích. K výpočtu souřadnic byl použit trigonometrický bod I. řádu Hermannskogel u Vídně (Ratiborský, 2006).

Obrázek 4- Vojenská triangulace



Zdroj: Císař et al. (1977)

2.4.3. Jednotná trigonometrická síť katastrální

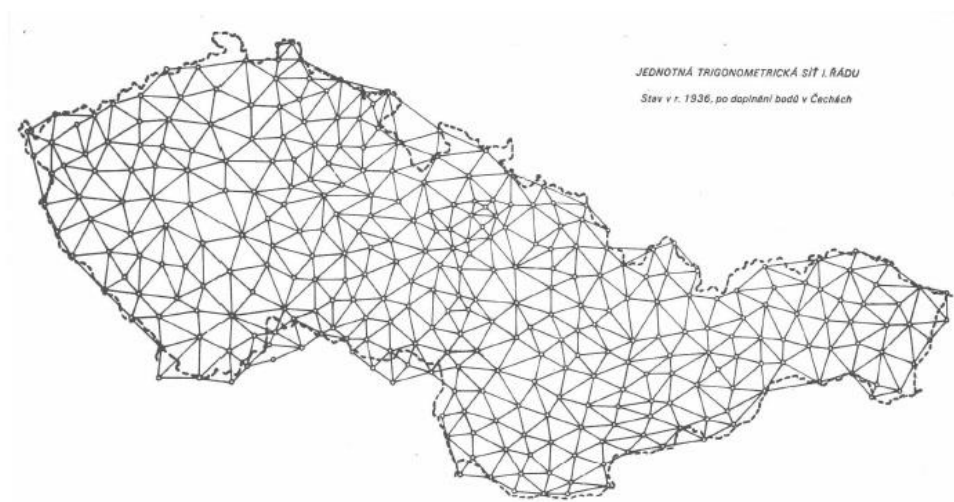
Budování české státní trigonometrické sítě probíhalo ve třech etapách od roku 1920-1957 (Kostelecký et Dušátko, 1998).

Nejdříve bylo nutné vytvořit základní síť bodů, z nichž byla síť následně zahuštěna. Vzhledem k časovým možnostem a potřebě vytvořit co nejrychleji novou geodetickou síť, byla řada měření převzata, např.: *převzata část starých měření směrů z Vojenské triangulace (1862-98) a to celkem na 42 bodech v Čechách a 22 bodech na Podkarpatské Rusi* (Schenk, 2004).

Dále nebyla provedena nová astronomická měření, byla zaměřena pouze jedna geodetická základna a síť nebyla napojena na sítě sousedních států (Kostelecký et Dušátko, 1998).

Na základě této sítě vznikl jednotný trigonometrický systém katastrální (S-JTSK závazný souřadnicový systém v ČR). Následně byla síť zobrazena do Křovákova zobrazení (Ratiborský, 2006).

Obrázek 5- Jednotná trigonometrická síť I.řádu



Zdroj: Schenk (2004)

Oproti síti stabilního katastru se Jednotná trigonometrická síť katastrální vyznačuje tím, že je v metrické soustavě a pro katastrální mapy se používá měřítko 1:1000 a 1:2000. Více o S-JTSK a Křovákově zobrazení v kapitole 2.14.

2.4.4. Astronomicko-geodetická síť

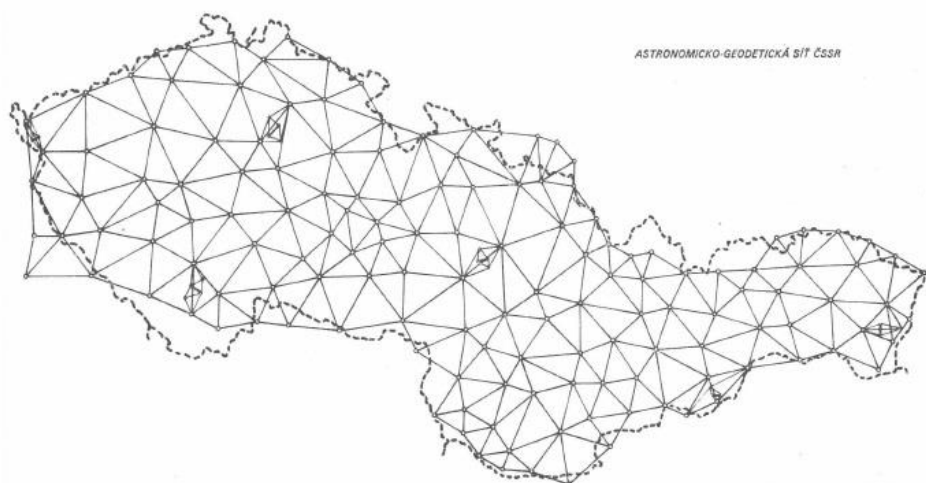
Společně s Českou státní trigonometrickou sítí v letech 1931 - 1954 probíhalo budování tzv. Základní trigonometrické sítě. Jednalo se o síť s trojúhelníky ($s=36\text{km}$), zaměřenou s nejvyšší možnou přesností a podle nejmodernějších metod té doby. Při měřických pracích bylo:

- úhlově zaměřeno 227 trojúhelníků se 144 body
- astronomicky zaměřeno 53 bodů
- zaměřeno 6 základů
- gravimetricky zaměřeno 108 bodů I. řádu a 499 bodů II. řádu
- částečné napojení na sousední státy

Tato síť byla vyrovnána společně se sítěmi zemí Východní Evropy. Byl použit Krasovského elipsoid a Gaussovo zobrazení (Schenk, 2004).

Body trigonometrické sítě, u kterých byly určeny astronomické souřadnice a azimut se nazývají Laplaceovy body¹ (Mervart et Cimbálník, 1997).

Obrázek 6- Astronomicko-geodetická síť



Zdroj: Schenk (2004)

2.4.5. Síť nultého řádu

Referenční síť nultého řádu vznikla připojením některých geodetických bodů pomocí kosmické geodezie k systému ETRS-89. V roce 1991 proběhla první kampaň EUREF-CS/H 91, při které bylo připojeno 5 bodů astronomicko-geodetické sítě. Jednalo se o body: Pecný, Přední Příčka, Kvetoslavov, Rača a Šankovský Grůň, které byly po dobu 5 dní zaměřovány pomocí GNSS.

Druhá kampaň proběhla v termínu 19.5. - 4.6.1992 kdy byla metodou GNSS zaměřena síť nultého řádu. Projekt nazvaný CS-NULRAD-92 si kladl za cíl vybudování národní prostorové referenční sítě, připojené na nově vytvořenou evropskou referenční síť EUREF. V rámci projektu CS-NULRAD-92 bylo měřeno 8 přijímači na 19 bodech. Zpracování naměřených dat provedl výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický. Jako výchozí body byly při zpracování použity body z první kampaně. Výsledkem projektu CS-NULRAD-92 jsou souřadnice 19 bodů nultého řádu v systému ETRS89, vztažené k souřadnicovému systému EREF-89.

¹ Laplaceovy body- body na nichž byla určena geodetická zeměpisná šířka, délka a azimut. A zároveň astronomicky alespoň zeměpisná délka a azimut (Terminologický slovník VÚGTK).

V letech 1994-1995 byla základní síť nultého řádu zhuštěna na celkový počet 176 bodů (Schenk, 2004).

2.4.6. Síť permanentních stanic GNSS České republiky- CZEPOS

CZEPOS poskytuje uživatelům GNSS (globální navigační satelitní systém) korekční data pro přesné určení polohy na našem území. Stanice CZEPOS jsou pod správou Zeměměřického úřadu a jsou součástí geodetických základů České republiky. Budování sítě proběhlo v letech 2004-2005 ve třech etapách. Síť obsahovala 22 vnitřních stanic umístěných na budovách katastrálních úřadů a 4 vnější stanice provozované vysokými školami a VÚGTK, celkem tedy 26 permanentních stanic. Vzdálenost mezi jednotlivými stanicemi byla do 60 km. V roce 2006 byla síť doplněna o stanici v Praze a v roce 2011 o stanici Polom v Dobrušce. Důsledkem zrušení některých katastrálních pracovišť byly tři stanice přemístěny. Další rozšíření proběhlo po roce 2008, kdy byla síť rozšířena o 27 příhraničních stanic sousedních států. V současné době je tedy k dispozici 28 stanic CZEPOS a 27 zahraničních stanic (Kostelecký et Kostelecký 2006, Černohorský 2013).

Tabulka 3- Vývoj počtu uživatelů CZEPOS

Rok	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Počet uživatelů	10	148	312	476	664	829	992	1085	1150

Zdroj: Černohorský (2013)

Obrázek 7- Síť permanentních stanic GNSS České republiky



Zdroj: ČÚZK (2015)

2.5. Vývoj výškových základů

2.5.1. Období do roku 1918

V letech 1837-1896 probíhalo budování výškové sítě na území tehdejšího Rakousko-Uherska. Měřické práce byly provedeny metodou velmi přesné nivelace. Základním výchozím bodem se stal bod č.1, který se nachází v Terstu (Mervart et Cimbálník, 1997).

Síť byla zajiřtvena 7 základními nivelačními body. Vhodné lokality pro zvolení body byly vybírány na základě geologických posudků. Stabilizace bodů byla prováděna v neporušených skalních výchozech, ochranu bodu zajiřřoval pomník. Měření bylo prováděno geometrickou nivelací ze středu, používali se dřevěné latě, u kterých se od roku 1876 zjiřřovala délka laťového metru. Síť byla rozčleněna na tři části, které byly prozatímně postupně vyrovnávány a spojena s obdobnými sítěmi sousedních států. V České republice spadající do území západní části bylo docíleno těchto středních kilometrových chyb:

- Z vyrovnání sítě 4,1 mm
- Z odchylek tam a zpět 1,4 mm

Budování sítě probíhalo podle moderních zásad té doby. Kladně se dá hodnotit zvolení jednotné srovnávací hladiny (Jaderského moře), vybudování základních nivelačních bodů a použití v té době dostupných přesných přístrojů. Závažnými

nedostatky je pak malá hustota trvale stabilizovaných bodů, dlouhé časové rozestupy mezi měřeními tam a zpět (i několik let) a místy zjištěné hrubé chyby v měření. I přes tyto nedostatky lze s jistotou říct, že rakousko-uherská síť byla na svou dobu významným dílem (Hrabě et Beneš, 1997).

2.5.2. Období 1918-1938

V roce 1918 po vzniku Československé republiky byla převzata část rakousko-uherské sítě, včetně tří základních nivelačních bodů: Lišov, Strečno, Trebušany. Zhušťování sítě v Čechách a na Moravě provádělo Ministerstvo veřejných věcí a na Slovensku a Podkarpatské Rusi Vojenský zeměpisný útvar v Praze. Velké rozdíly ve výškách na rozhraní Moravy a Slovenska vedl k tomu, že síť nebyla dotvořena (Mervart et Cimbálník, 1997).

Z důvodu velkých výškových rozdílů a ztrátě velkého množství bodů během uplynulých 20-ti let bylo nezbytné přistoupit k tvorbě nové nivelační sítě, která by byla budována podle moderních metod a vztažena k jedné srovnávací hladině (Hrabě et Beneš, 1997).

2.5.3. Období 1939-1960 Československá jednotná nivelační síť (ČSJNS)

V roce 1938 byl připraven návrh na vybudování Československé jednotné nivelační sítě, která by byla odpovídající přesnosti a byla jednotná pro celé území. Tento záměr byl však narušen vypuknutím druhé světové války. Během války bylo provedeno jen malé množství prací. Hlavní část sítě byla provedena až po osvobození. Vznikla Československá jednotná nivelační síť. Výchozím bodem této sítě byl bod Lišov, výšky byly vztaženy ke střední hladině Jaderského moře (Hrabě et Beneš, 1997).

V roce 1947 bylo k původním třem základním nivelačním bodům zřízeno dalších šest (Svárov, Žirovice, Teplice, Železná Ruda, Bojkovice a Krnov). V roce 1949 byla dobudována velká část sítě I. řádu, do roku 1953 převážná část sítě II. řádu a od roku 1954 do roku 1960 celá síť III. řádu (Mervart et Cimbálník, 1997).

Zaměřování ČSJNS probíhalo podle moderních zásad pro přesnou nivelaci přijatých Mezinárodní geodetickou a geofyzikální unií. Stabilizace byla prováděna čepovými a hřebovými značkami z litiny. Pro měření byly použity moderní přístroje, většinou typ

Zeiss III, Zeiss A, Wild III, Wild N3 a nivelační latě s dvoustupnicovým invarovým páskem. Měření bylo prováděno geometrickou nivelací ze středu se záměry délky maximálně 50 metrů, výška záměry nad terénem byla vždy alespoň 50 centimetrů. Používali se dvě nivelační latě, každý pořad se měřil tam i zpět v různých denních dobách. Mezní odchylka v milimetrech pro I. a II.řád byla stanovena vzorcem $2\sqrt{R}$, pro III.řád pak $5\sqrt{R}$, kde R je délka pořadu v kilometrech (Hrabě et Beneš, 1997).

V roce 1952 byla poprvé vyrovnána Československá jednotná nivelační síť. V roce 1960 společně s doměřováním Československé nivelační sítě III. řádu bylo zahájeno převádění z jaderského systému (ortometrické výšky) do systému Balt po vyrovnání (normální výšky) (Hánek, 1997).

Více o výškovém systému Balt po vyrovnání viz. kapitola 2.12

2.5.4. Období 1961-1989

Častější kontrolní měření pro připojení pořadů nižších řádů, přeměřování pořadů nebo jejich části a opakovaná měření ve Zvláštních nivelačních sítích poukazovala na to, že některé body nelze považovat za výškově absolutně stálé. Bylo zjištěno, že existují vertikální pohyby geologických celků, které jsou měřitelné jen pomocí velmi přesné nivelace. Na základě těchto zjištění, se tomuto problému začala věnovat zvýšená pozornost (Hrabě et Beneš, 1997).

2.5.5. Období po roce 1989

V roce 1989 došlo k napojení České státní nivelační sítě na celoevropskou jednotnou nivelační síť UELN. Potřebná měření sloužící k napojení byla provedena na hranicích s Rakouskem a Bavorskem (Mervart et Cimbálník, 1997).

V roce 1992 došlo ke spojení s Bavorskem na 9 místech (5 pro síť I.řádu, 4 pro síť II.řádu). Pro spojení se Saskem byla použita data z mezinárodních opakovaných nivelací z let 1975-1976 (Hrabě et Beneš, 1997).

Tabulka 4- Statistika výškových bodů v roce 1995

Řád	Délka pořadů v km	Počet bodů	Počet pořadů
I.	4 063,6	15 984	76
II.	5 878,0	19 870	233
III.	15 316,3	42 757	1001

Zdroj: Hrabě et Beneš (1997)

2.6. Vývoj tíhových základů

2.6.1. První gravimetrická měření

Reverzní kyvadlo, které sestrojil H. Kater v roce 1818 bylo používáno k absolutním měřením tíhového zrychlení (Pick et al. 1973).

V letech 1882-1883 vykonal R. Sterneck z Vojenského zeměpisného ústavu ve Vídni první relativní kyvadlová měření na našem území. Tato měření prováděl v dolech na Březových Horách a v Krušné Hoře u Berouna s použitím vlastnoručně zkonstruovaného přístroje. Cílem měření bylo stanovení zákona změny tíhového zrychlení s hloubkou pod povrchem zemským. Další měření probíhala v letech 1889-1895 kdy R. Sterneck se svými kolegy zaměřil celkem 142 tíhových bodů (107 na území Čech a Moravy, 35 na Slovensku) s přesností $\pm 17\text{mGal}$. Vzhledem k dnešním požadavkům to je přesnost nevyhovující a tato měření mají pouze historický význam (Pícha, 1954).

Obrázek 8- Sterneckova měření



Zdroj: Träger (2000)

Po první světové válce zvolil B. Kladivo hlavní tíhový bod v Brně v budově Vysoké školy technické a za pomoci Fechnerova čtyřkyvadlového přístroje ho připojil na Postupim a Vídeň s chybou 0,9mGal. V letech 1936-1938 začal vybudovat B. Kladivo se svými kolegy síť kyvadlových bodů. V letech 1939-1943 byla na bodech I. řádu tehdejší německé sítě pod vedením K. Weikena uskutečněna relativní kyvadlová měření s odhadovanou přesností 1mGal. Od roku 1944 vykonávaly tíhová měření gravimetry postupně: Zeměměřický úřad v Praze (18.5.1950 přejmenovaný na Státní zeměměřický a kartografický ústav v Praze), Vojenský zeměpisný ústav v Praze, Státní geologický ústav v Praze a Bratislavě, Státní ústav geofyzikální v Praze. Tímto rokem byly zahájeny gravimetrické práce pro geodetické účely pomocí Grafových Gs2 a Gs4 gravimetrů podél nivelačních pořadů v Čechách a na Moravě v celkové délce cca 815km (Olejník, 1997).

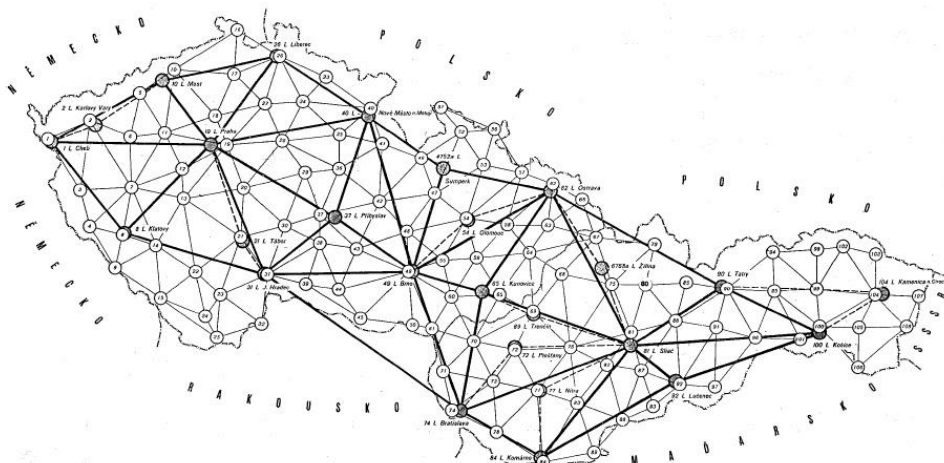
2.6.2. Gravimetrická síť I. a II. řádu- tíhový systém 1957

Do roku 1947 byly gravimetrické práce vykonávány různými institucemi dle vlastního zájmu na různých částech našeho území, ovšem chyběla kompaktní síť (Olejník, 1997).

Budování gravimetrické sítě I. a II. řádu začalo v roce 1948, k měření byly použity tři křemenné Nörngaardovy gravimetry dovezené ze Švédska (Pícha, 1954).

Měření byla dokončena roku 1954 a následovalo zpracování, které bylo dokončeno o tři roky později. Použitím kyvadlové stanice Praha-Strahov, která byla určena v roce 1943 Weikenem a Reichenederem, byla v letech 1951-1952 zaměřena základní letecká síť. Společně se sítí bylo vybudováno 8 základen (např. Ještěd, Lomnický štít). Základní síť obsahovala 26 bodů nacházejících se na letištích, síť I. a II. řádu pak 607 bodů. Přesnost měření byla zhruba 0,23mGal. Síť I. řádu obsahovala 108 bodů tvořící 162 trojúhelníků. Body I. a II. řádu se zaměřovaly vždy současně. Z důvodu částečného vyloučení měřických postupem a vzhledem k přesnosti Nörgaardova gravimetru se nepřihlíželo k slapovým vlivům (Olejník, 1997).

Obrázek 9- Gravimetrická síť (1948-1954)



Zdroj: Träger (2000)

2.6.3. Československá státní gravimetrická síť 1964- tíhový systém 1964

V roce 1958 byly zahájeny práce vedoucí k zpřesnění sítě. Dosud dosažená přesnost byla již nevyhovující, proto pomocí přesnějších gravimetrů Gs11 a Gs12 byla síť přeměřena. Hlavní důraz byl kladen na určení a zajištění rozměru sítě. Z tohoto důvodu byla roku 1959 vybudována hlavní gravimetrická základna Hřensko-Dolní Dvořiště. Základna určovala rozměr a byla zaměřena gravimetrem Gs12 č. 129. Jako referenční bod sítě byl zvolen bod mezinárodní sítě Praha-Ruzyně. Nová síť byla tvořena 20 základními body na letištích a sítí pořadů I. a II. řádu a celkovém počtu 610 bodů. V letech 1954-1964 byla pomocí gravimetrů Gs12 č.129 a č.181 a gravimetrem Gs11 č.153 provedena měření. Z bodů Sliač a Praha-Ruzyně byla

letecky zaměřena základní síť pomocí hvězdicové metody. Každé rameno základny bylo zaměřeno dvakrát v různých dnech. Body základní sítě byly spojovány pořady I. řádu. Pořady I. řádu byly zaměřeny dvakrát, poprvé gravimetrem Gs12 a podruhé gravimetrem Gs11 opačným směrem. Měření probíhalo trojnásobnou profilovou metodikou s překrytovými měřeními. Pořady II. řádu byly zaměřeny stejným způsobem, ale jen jedním směrem. U této sítě již byl zohledněn slapový vliv z důvodu větší přesnosti použitých gravimetrů (Olejník, 1997).

Vyrovnání sítě proběhlo ve třech etapách:

- Vyrovnání rozměrových koeficientů gravimetrů a tíhových rozdílů základen
- Vyrovnání hodnot tíže hlavní základny
- Vyrovnání hodnot tíže bodů sítě s využitím počítače

Pomocí počítačů bylo vyřešeno na 400 normálních rovnic. Pro síť byla stanovena přesnost 0,026mGal z čehož je patrné, že byla dosažena cca desetkrát větší přesnost, než u sítě z roku 1957 (Olejník, 1997).

2.6.4. Údržba základního tíhového bodového pole a tíhový systém 1971

V letech 1966-1980 probíhala nepřetržitá údržba základního tíhového bodového pole. Společně s údržbou probíhala i měření na nově zřízených bodech, které nahrazovaly zničené body. K měření se používaly gravimetry Gs12 č.129, Sharpe č.174 a Worden č.961 (Olejník, 1997).

V letech 1969-1970 na základě mezinárodní spolupráce probíhali práce na zpřesnění národních základen na území Československa, Maďarska, Polska a bývalé NDR. Tato měření poukázala na chybu referenčního bodu Praha-Ruzyně -0,19 mGal. Po zpřesnění národních základen probíhali v letech 1971-1973 spojovací měření mezi sítí Československa a sítěmi NDR, Polska a Maďarska a v roce 1978 se sítí SSSR (Träger, 2000).

Na základě výměny dat s okolními státy bylo rozhodnuto o vytvoření tíhového systému 1971. Tento tíhový systém byl odvozen transformací s využitím všech poznatků, interně se však nadále využíval tíhový systém 1964 (Träger, 2000).

2.6.5. Jednotná gravimetrická síť

Dosavadní síť v 70. letech již nespĺňovala požadované parametry, zejména pak z hlediska homogenity (V českých zemích zničeno 32% a na Slovensku zničeno 55% bodů). Požadovaná přesnost bodů pro potřeby geodezie činí 0,01mGal, ovšem lokální deformace u velkého množství bodů dosahovala 0,1mGal. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k vybudování modernizované Jednotné gravimetrické sítě (Olejník, 1997).

Jednotná gravimetrická síť byla tvořena leteckou a pozemní sítí. Letecká síť obsahovala 18 bodů, které byly zaměřeny v letech 1982-1985 pomocí skupiny 7 gravimetrů typu Sharpe a Worden a 1 gravimetrem LaCoste Romberg a napojena na 7 absolutních bodů. Pořady opěrné sítě a pořady I. řádu byly zaměřeny skupinou 4-5 gravimetrů typu Sharpe, Worden a LaCoste Romberg. Pořady II. řádu byly zaměřeny nejméně 2 gravimetry. Spojovací síť mezi Slovenskem a Maďarskem byla zaměřena až 9 gravimetry. Jako měřicí metoda byla používána čtyřnásobná profilová měřická metodika (Olejník, 1997).

2.6.6. Mezinárodní spolupráce

Po roce 1989 došlo k navázání spolupráce i se západními státy (Rakousko, Německo, USA). V roce 1991 byla provedena spojovací měření s rakouskou a německou gravimetrickou sítí.

V roce 1992 byla ukončena nová měření, ovšem do roku 1995 probíhala dodatečná měření na nově zřízených absolutních bodech (Träger, 2000).

2.7. Stabilizace bodů

Geodetické body se volí tak, aby nebyly ohroženy a stabilizace byla jednoduchá. Stabilizace slouží k trvalému zajištění bodu, který je dále využíván pro podrobná měření nebo vytyčovací práce. Způsob stabilizace je volen tak, aby odpovídal požadované přesnosti a kvalitě zřizovaného bodu. Stabilizace se z důvodů zachování co největší přesnosti provádí vždy před samotným zaměřením. Závazný způsob volby stabilizačních značek určuje norma ČSN 73 0415 (Ratiborský, 2006).

Stabilizace bodů polohového bodového pole

Stabilizace bodů České trigonometrické sítě se provádí pomocí jedné povrchové a dvou podzemních stabilizačních značek. Povrchovou značkou je kamenný hranol $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 800 \pm 50 \text{ mm}$, první podpovrchovou značkou je kamenná deska $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$, přesné parametry stanovuje ČSN 72 2518. Jako druhá podzemní značka se zpravidla používá skleněná značka o rozměrech $160 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$. Všechny tři stabilizační značky jsou umístěny ve svislici s mezní odchylkou 3 mm. V případě, že nelze umístit jednu ze tří předepsaných značek, musí se bod zajistit alespoň jedním zajišťovacím bodem. Pokud nelze umístit dvě ze tří předepsaných značek, musí se bod zajistit alespoň dvěma zajišťovacími body. Nelze-li bod stabilizovat ani jedním výše uvedeným způsobem, použije se jiný způsob stabilizace zajišťující stejnou kvalitu, např. kovová značka na střeše objektu se dvěma zajišťovacími body. Další možností stabilizace je použití konzolových značek zapařovaných do svislé stěny stavby. Tyto dvě značky určují základnu pomyslného trojúhelníka, umístění dvou ramen o délce 1,390 m získáme rovnoramenný trojúhelník. K vrcholu trojúhelníku jsou pak vztaženy souřadnice bodu. Bod je zajištěn dvěma dalšími body.

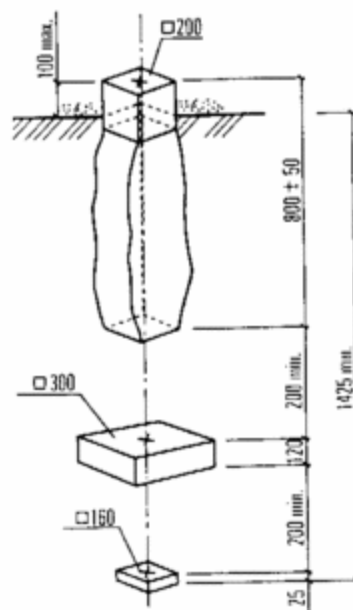
Trigonometrické body, které jsou trvale signalizovány, musí být zajištěny nejméně dvěma zajišťovacími body. Zajišťovací body jsou umístěny maximálně 500 m od trigonometrického bodu a musí být mezi nimi viditelnost. Pokud to terén dovolí, měla by být na zajišťovacích bodech orientace na některý jiný trigonometrický bod, nebo na bod podrobného bodového pole. V případě, že orientace není možná, je zřízen jeden nebo více orientačních bodů. Je-li trigonometrický bod zajištěn pouze jedním zajišťovacím bodem, je tento bod stabilizován stejně jako trigonometrický. Každý další zajišťovací bod je pak stabilizován kamenným hranolem a kamennou deskou, nebo jiným způsobem zajišťující stejnou kvalitu. I pro zajišťovací body platí pravidlo, že musí být umístěny ve svislici s mezní odchylkou 3 mm. Orientační body se stabilizují stejně jako druhý a další zajišťovací bod ve vzdálenosti 80 až 300 m od trigonometrického bodu.

Stabilizace bodů podrobného bodového pole 1. třídy přesnosti (zhušťovacích bodů), se provádí pomocí jedné povrchové a jedné podzemní značky. Povrchovou značkou je kamenný hranol s opracovanou hlavou o rozměrech $160 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$, celková délka hranolu musí být minimálně 700 mm, podzemní značka je kamenná

deska umístěná minimálně 200 mm pod povrchovou značkou a má rozměry nejméně 200 mm × 200 mm × 70 mm. Obě značky jsou uloženy ve svislici s mezní odchylkou 5 mm. V případě, že nelze osadit podzemní značku, musí se bod zajistit jedním zajišťovacím bodem, který je stabilizován kamenným hranolem, nebo jiným způsobem zajišťujícím stejnou kvalitu. Další možností stabilizace je povrchová značka popř. nivelační značka s křížkem, zabetonovaná ve skále, nebo v betonovém masivu. K stabilizaci lze použít i kovový čep s křížkem osazený do ploché střechy, dvě konzolové značky nebo použít stabilizaci nivelačního kamene, kde centrem bodu je průsečík úhlopříček hlavy kamene nebo střed vrchlíku hřbové značky. Také se k stabilizaci využívá trvale signalizovaných bodů např. věž kostela.

Podrobné body 1. třídy přesnosti, které jsou trvale signalizovány, musí být zajištěny nejméně dvěma zajišťovacími body. Zajišťovací body jsou umístěny maximálně 500m od podrobného bodu. Mezi zajišťovacími body musí být viditelnost, a pokud to terén dovolí, má být na zajišťovacích bodech orientace. V případě, že orientace není možná, je zřízen jeden nebo více orientačních bodů. Zajišťovací body jsou stabilizovány kamenným hranolem a kamennou deskou (ČSN 73 0415, příloha k vyhlášce č. 31/1995 Sb).

Obrázek 10- Schéma stabilizace trigonometrického bodu- kamenný hranol se dvěma podzemními značkami



Zdroj: Schenk (2004)

Body podrobného bodového pole 2. až 5. třídy přesnosti jsou většinou body, které využívají již vzniklou stabilizaci. Zřizují se:

- Na objektech se stabilizační značkou, např. na nivelačních kamenech, značkách orientačních a zajišťovacích bodů, stabilizacích tíhových bodů, hraničních kamenech
- Na vstupních šachtách podzemního vedení, mimo zastavěné části, lze-li přesně označit polohu
- Na objektech, např. roh domu

Pokud nelze využít výše uvedených možností, stabilizují se kamennými hranoly popř. kamenným hranolem s důlkem. Pokud byl v daném místě osazen opracovaný kámen rozměrů alespoň 120 mm × 120 mm × 600 mm, sloužící k jinému účelu, lze ho po doplnění křížkem nebo důlkem využít.

Dále lze body stabilizovat:

- vysekáním křížku na opracované plošce skály
- hřebovými značkami zabetonovanými do skály, kovovými konzolami a čepovými značkami na budovách
- ocelovými trubkami nebo čepy v betonových blocích velikosti 300 mm × 300 mm × 800 mm
- ocelovými trubkami s průměrem minimálně 30 mm, tloušťce stěny alespoň 3 mm a délkou nejméně 600 mm (pokud je trubka zakončena závrtnou šroubovicí postačí 500 mm) s plastovou hlavou sloužící k snazšímu vyhledávání o minimálních rozměrech 80 mm × 80 mm × 50 mm (ČSN 73 0415, příloha k vyhlášce č. 31/1995 Sb).

Stabilizace bodů výškového bodového pole

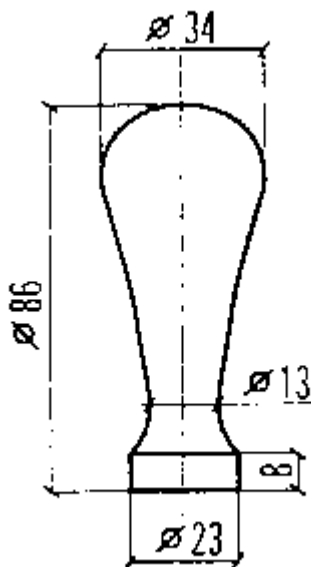
Nivelační body se volí v místech, kde je zajištěna jeho stálost. Zejména pak na vhodných místech podél pozemních, drážních komunikací a vodních toků. Stabilizují se skalní značkou, kterou je vyhlazená ploška popř. ještě doplněná o polokulový vrchlík, nebo hřebovými a čepovými značkami, ve výjimečných případech lze body stabilizovat přirozenými značkami.

Značky se umísťujú:

- na skalných výchozech
- na budovách
- na nivelačných kamenech alebo na podzemných nivelačných kamenech, pri sledovaní posunů zemskej kůry lze použiť hloubkové stabilizace na objektech

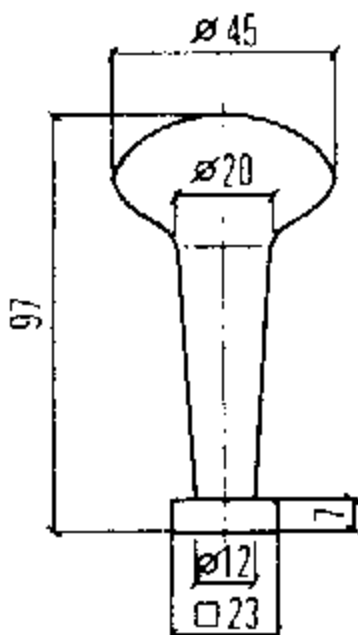
(ČSN 73 0415, příloha k vyhlášce č. 31/1995 Sb).

Obrázek 11- Hřebková značka osazující se shora



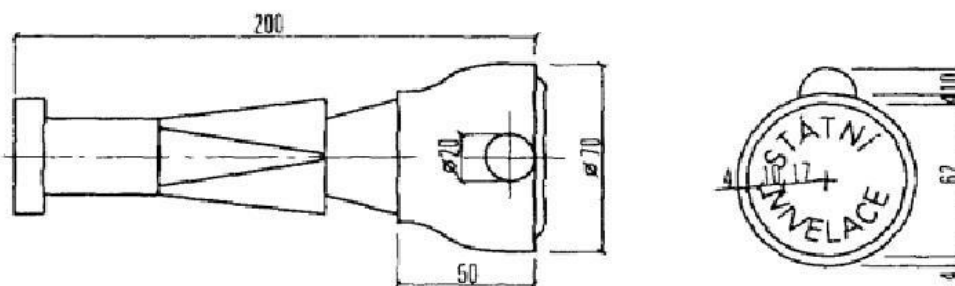
Zdroj: příloha k vyhlášce č. 31/1995 Sb.

Obrázek 12- Hřebová značka osazující se shora nebo ze strany



Zdroj: příloha k vyhlášce č. 31/1995 Sb.

Obrázek 13- Čepová značka s označením "Státní nivelace" se používá pro body Základního bodového pole, nebo bez nápisu pro podrobné body. Osazuje se ze strany



Zdroj: příloha k vyhlášce č. 31/1995 Sb.

Stabilizace bodů tíhového bodového pole

Body jsou zřizovány na klidných geologicky vhodných místech, které jsou vzdáleny od průmyslových zdrojů vibrací, zdrojů elektromagnetického pole, vodních toků a dalších rušivých vlivů. Absolutní tíhové body jsou zřizovány v suterénech veřejných budov s betonovou podlahou (Olejník et Diviš, 2002).

Ke každému absolutnímu bodu je zřízen 1 nebo 2 excentry mimo budovu (příloha k vyhlášce č. 31/1995 Sb.).

Stabilizace bodů České gravimetrické sítě se provádí tak, aby byla zajištěna stabilita gravimetrického přístroje, umístěného po dobu měření na bodě. Většinou se zřídí zděný pilíř s kamennou, betonovou nebo žulovou deskou. Označení tíhového bodu se provádí zpravidla nivelační hřebovou značkou. Jako stabilizaci lze využít již existující betonové plochy s pevným podkladem.

Body podrobného bodového pole využívají stabilizaci trigonometrických bodů nebo bodů jednotné nivelační sítě (ČSN 73 0415).

2.8. Signalizace a ochrana bodů

Signalizace je dočasné nebo trvalé zviditelnění bodu.

- Dočasná signalizace- zpravidla signalizace po dobu měření, umožňuje přesné cílení na bod (výtyčka, hranol, tužka, atd.)
- Trvalá signalizace- většinou se jedná o body, u kterých jejich stabilizace plní zároveň funkci signalizace (věž kostela, vodojem, měřická věž)

(Ratiborský, 2006)

Ochranou bodů se rozumí zařízení chránící bod přímo či nepřímo. Jedná se především o jedno nebo více těchto zařízení:

- Ochranná tyč černobílé nebo červenobílé barvy, umístěná 0,75 m od centra bodu
- Výstražná tabulka u trigonometrických bodů s nápisem „STÁTNÍ TRIANGULACE POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“ u zhušťovacích, orientačních a zajišťovacích bodů pak s nápisem „GEODETICKÝ BOD – POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“, pro nivelační body s nápisem „STÁTNÍ NIVELACE. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“ a u tíhových bodů s nápisem „TÍHOVÝ BOD. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ“
- Betonová skruž nebo sloupek
- Ochranný (vyhledávací) kopec
- Tříboká pyramida

(Schenk, 2004)

2.9. Číslování bodů

Polohové bodové pole

Body základního bodového pole, nebo-li trigonometrické body se číslují od 1 do 199 v rámci triangulačního listu (10 × 10 km). Celé číslo bodu pak má tvar 9EEEECCC0, kde na místech písmen E je číslo triangulačního listu a na místech písmen C je pořadové číslo bodu.

Body zhušťovací se číslují od 201 do 499 v rámci triangulačního listu (10 × 10 km). Celé číslo bodu má stejný tvar jako bod trigonometrický, tedy 9EEEECCC0.

Orientační a zajišťovací body mají stejné číslo jako bod, ke kterému se zřizují. Navíc se za desetinnou tečku přidává pořadové číslo, např. k trigonometrickému bodu č.181 bude orientační (zajišťovací) bod mít č.181.1. Bod pak nese číslo ve tvaru 9EEEECCC1, tedy místo nuly na konci se uvádí pořadové číslo přidruženého bodu.

Body podrobného bodového pole se číslují od 501 do 3999 v rámci katastrálního území. Celé číslo bodu je ve tvaru 0000CCCC, kde CCCC je pořadové číslo bodu.

Pomocné body, většinou stabilizované jen po dobu měření se číslují od 4001 v rámci katastrálního území a číslo má tvar stejný jako body podrobného bodového pole (Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, 2015).

Výškové bodové pole

Základní nivelační body se značí římským číslem, zkratkou ZNB a místem kde se nachází např. I. ZNB Lišov.

Pořady I. řádu tvoří uzavřené oblasti, které jsou značeny velkými písmeny. Tyto oblasti jsou označovány A, B, C,... po vrstvách od západu k východu a od severu k jihu. V pohraničních oblastech byla použita písmena Z_1 až Z_{19} . Nivelační pořad je označen dvojicí velkých písmen a místy kde pořad začíná a končí, např. IJ Tábor-Praha. Bod nivelačního pořadu pak nese označení velkých písmen pořadu a pořadové číslo samotného bodu např. IJ- 234.

Pořady II. řádu společně s částmi pořadů I. řádu tvoří opět uzavřené oblasti. Oblasti jsou označeny dvěma písmeny. První písmeno je velké a značí oblast prvního řádu, druhé písmeno značí oblast II. řádu. Oblast II. řádu je označována malými písmeny a, b, c.. po vrstvách od západu k východu a od severu k jihu vždy v rámci oblasti I.řádu. Nivelační pořady jsou tedy označovány velkým písmenem oblasti I. řádu, dvěma malými písmeny podle oblasti kde pořad začíná a končí a místy začátku a konce pořadu, např. Iab Smíchov-Jíloviště. Bod nivelačního pořadu pak nese označení velkého písmene, dvou malých čísel a pořadové číslo bodu např. Iab-8

Pořady III. řádu se označují velkým písmenem oblasti I. řádu, malým písmenem oblasti II. řádu, pořadovým číslem a názvem míst začátku a konce pořadu, např. Ja14 Strašnice-Horní Měcholupy. Bod nivelačního pořadu pak nese označení např. Ja14-6.

Pořady IV. řádu jsou označovány velkým písmenem oblasti I. řádu, malým písmenem oblasti II. řádu, číslem 0 a pořadovým číslem a dále názvy místy začátku a konce pořadu, např. Bh04 Ruzyně-Malé Přítočno. Bod nivelačního pořadu je pak označen např. Bh04-8 (Blažek et Skořepa, 2009).

2.10. Metody určování souřadnic x, y, z

2.10.1. Metody určování polohových bodů

GNSS (Global Navigation Satellite System)

Globální družicový polohový systém, je označení pro satelitní systém, který se používá pro přesné určení polohy kdekoliv na zemi. Pro výpočet polohy všechny GNSS systémy využívají tzv. triangulaci. K určení polohy je nutné pozorovat minimálně 3 družice, pro prostorové určení pak 4 družice. U měření s požadovanou přesností na metry a decimetry se používají metody autonomního (kódového) měření a DGPS- kódové měření s korekcemi. V případě, že požadujeme vyšší přesnost (v řádu cm a mm) můžeme použít jednu z přesnějších metod, jako je např. statická metoda, rychlá statická metoda, kinematická metoda Stop and Go se statickou inicializací nebo s inicializací za pohybu, RTK- měření v reálném čase, apod. (Taraba).

Rajón

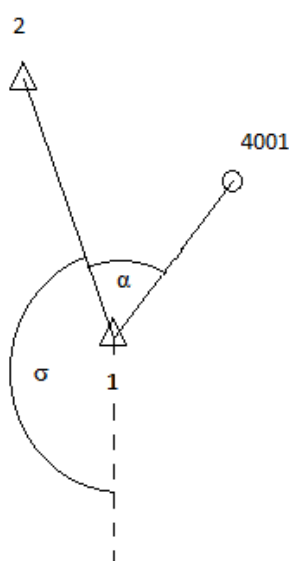
Pro použití této metody potřebujeme znát souřadnice stanoviska a alespoň jeden bod, na který se orientujeme. Ze stanoviska pak měříme vzdálenost na určovaný bod, směry na orientaci a určovaný bod, ze kterých vypočteme úhel α . Dále ze souřadnic stanoviska a orientace vypočteme směrník σ (orientovaný úhel), přičteme (resp. odečteme) vypočítaný úhel α a získáme směrník na bod 4001. Výpočet souřadnic bodu 4001 provedeme podle vzorce:

$$y_{4001} = y_1 + S_{1,4001} \times \sin\sigma_{1,4001}$$

$$x_{4001} = x_1 + S_{1,4001} \times \cos\sigma_{1,4001}$$

(Ratiborský, 2007)

Obrázek 14- Rajón



Zdroj: Autor (2015)

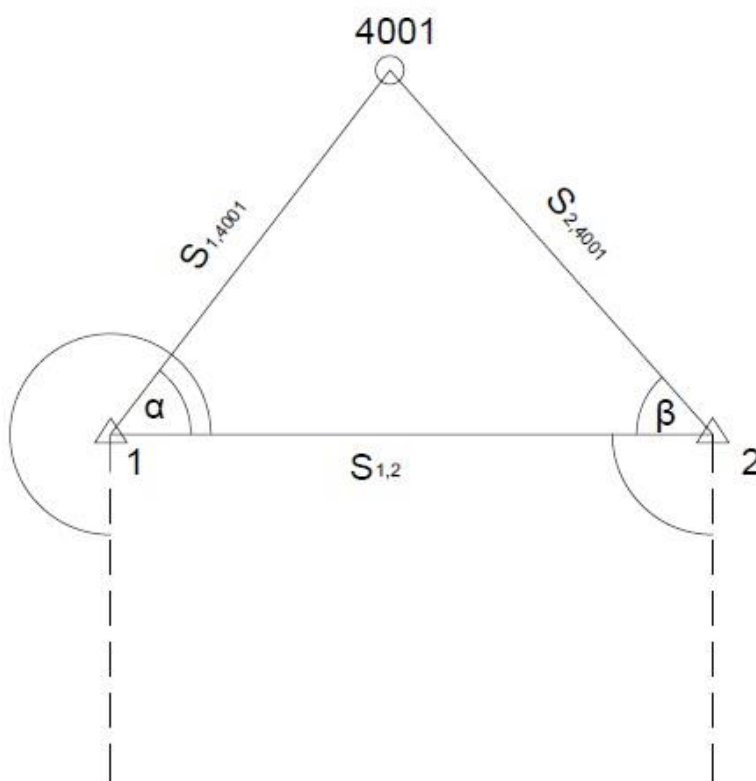
Touto metodou se určují body podrobného bodového pole polohového do vzdálenosti 1500m. Orientace musí být provedena alespoň na dva body základního bodového pole polohového, zhušťovací body, jiné body se střední souřadnicovou chybou do 0,04 m nebo provedení orientace na stanovišku i určovaném bodě. Úhly se měří minimálně v jedné skupině a to přístrojem zajišťující přesnost měřených směrů 0,0006 gon, na vzdálenosti do 500 m je možné použít přístroj s přesností 0,002gon. Mezní odchylka v uzávěru a mezní rozdíl skupin je 0,003 gon. Délka rajónu nesmí být větší než délka na nejvzdálenější orientaci. V případě, že je délka rajónu větší než 800 m, všechny úhly jsou měřeny ve dvou skupinách. Pokud rajón vychází z bodu o střední souřadnicové chybě v rozmezí 0,04 m a 0,06 m, nesmí přesáhnout délku 300 m. Délky jsou měřeny dálkoměrem nebo pásmem s přesností na 0,01 m a to dvakrát, pokud je to možné, tak tam a zpět. Dálkoměr nebo pásmo musí být kalibrované. Měřené vzdálenosti musí být opraveny o fyzikální a matematické redukce a o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Mezní rozdíl mezi dvěma měřenými vzdálenosti u délek do 500m je 0,02 m, u délek delších než 500 m pak 0,04 m (Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, 2015).

Protínání vpřed z délek

Tato metoda využívá, pro určení souřadnic bodu, měřené délky. Délky, které se měří dálkoměrem s přesností na centimetry, musí být opraveny o fyzikální a matematické

redukce. Princip metody spočívá v tom, že z minimálně dvou bodů o známých souřadnicích jsou změřeny délky $S_{1,P}$ a $S_{2,P}$ na určovaný bod P. Postup výpočtu je pak následovný: Ze souřadnic bodů 1 a 2 vypočteme směrnic $\sigma_{1,2}$ a vzdálenost $S_{1,2}$. Pomocí kosinové věty vypočteme úhly α a β . Na základě znalosti $\sigma_{1,2}$ a úhlů α, β dopočteme směrníky $\sigma_{1,P}$ a $\sigma_{2,P}$. Souřadnice bod P vypočteme rajónem z bodů 1 i 2 a uděláme aritmetický průměr (Ratiborský, 2007).

Obrázek 15- Protínání vpřed z délek



Zdroj: Autor (2015)

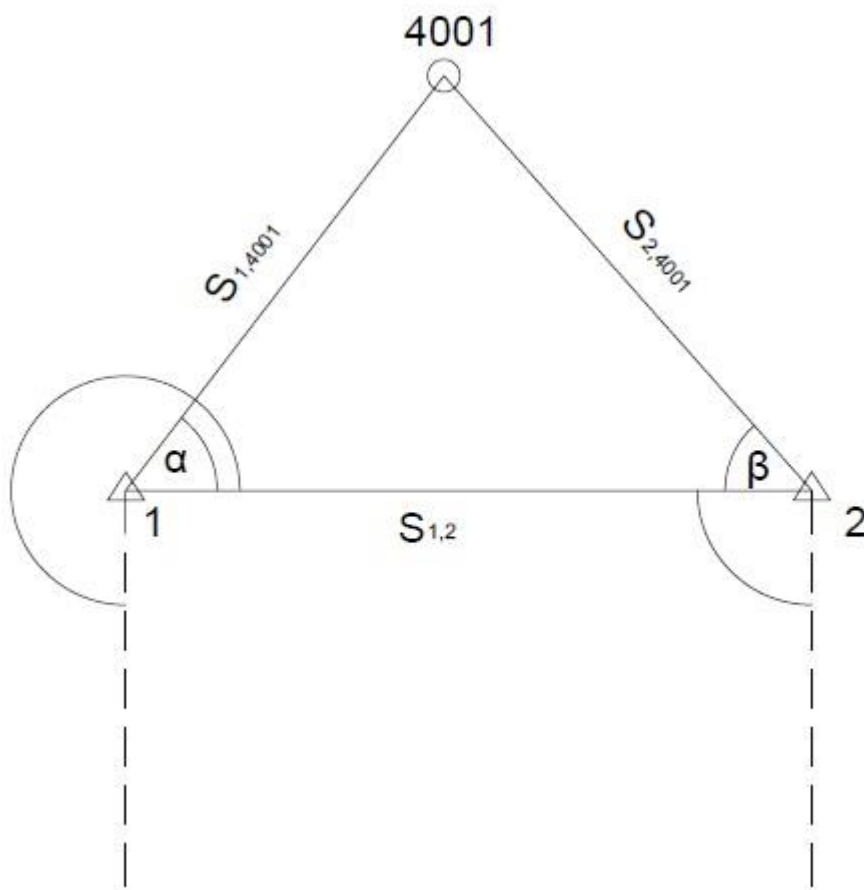
Při použití této metody pro určení souřadnic bodu podrobného bodového pole polohového je nutné dodržet několik pravidel. Protínání se provádí z nejméně tří bodů základního bodového pole polohového, zhušťovacích bodů, nebo z jiných bodů stejné přesnosti. Úhel protnutí na určovaném bodě musí být v intervalu 30 – 170 gon. Délky jsou měřeny dvakrát (pokud je to možné tak obousměrně) a to kalibrovaným dálkoměrem s přesností na 0,01 m, vždy s použitím optických odrazných systémů. U krátkých délek je možné použít kalibrované pásmo. Měřené vzdálenosti musí být opraveny o fyzikální a matematické redukce a o redukce do zobrazovací roviny

S-JTSK. U délek kratších než 500 m je mezní rozdíl mezi dvěma měřenými vzdálenostmi stanoven na 0,02 m, pro délky větší než 500 m je kritérium mírnější a to 0,04 m. Měřené vzdálenosti mezi danými body a určovaným bodem nesmějí být delší než 1500 m (Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, 2015).

Protínání vpřed z úhlů

Pro použití této metody potřebujeme alespoň dva body o známých souřadnicích, zároveň je nutná přímá viditelnost mezi všemi body trojúhelníku. Z bodu 1 změříme směr na bod P a na bod 2, z bodu 2 pak směr na bod 1 a na bod P. Díky naměřeným směrům dopočteme úhly α a β . Ze souřadnic bodů 1 a 2 vypočteme směrník $\sigma_{1,2}$ a vzdálenost $S_{1,2}$. Na základě znalosti $\sigma_{1,2}$ a úhlů α, β dopočteme směrníky $\sigma_{1,P}$ a $\sigma_{2,P}$. K určení délek $S_{1,P}$ a $S_{2,P}$ použijeme sinovu větu. Souřadnice bod P vypočteme rajónem z bodů 1 i 2 a uděláme aritmetický průměr (Ratiborský, 2007).

Obrázek 16- Protínání vpřed z úhlů



Zdroj: Autor (2015)

Pokud chceme tuto metodu použít pro určení souřadnic bodu podrobného bodového pole polohového, musíme dodržet několik podmínek. Protínání se provádí z nejméně tří bodů základního bodového pole polohového, zhušťovacích bodů, nebo z jiných bodů stejné přesnosti. Úhel protnutí na určovaném bodě musí být v intervalu 30 – 170 gon. Úhly se měří minimálně v jedné skupině, měření se provádí přístrojem zajišťující přesnost měřených směrů 0,0006 gon, při délkách kratších než 500 m postačuje přístroj s přesností 0,002 gon, mezní odchylka v uzávěru a mezní rozdíl mezi skupinami je 0,003 gon. V případě, že je délka mezi daným a určovaným bodem větší než 500 m, měří se úhly ve dvou skupinách, maximální délka je stanovena na 1500 m (Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, 2015).

Polygonové pořady

Zjednodušeně lze říci, že polygonové pořady tvoří několik za sebou jdoucích rajónů. Polygonové pořady začínají a končí na bodech o známých souřadnicích, měří se levostranné vrcholové úhly a délky, aby byla potlačena chyba z centrace, používá se trojpodstavcová soustava (Ratiborský, 2007).

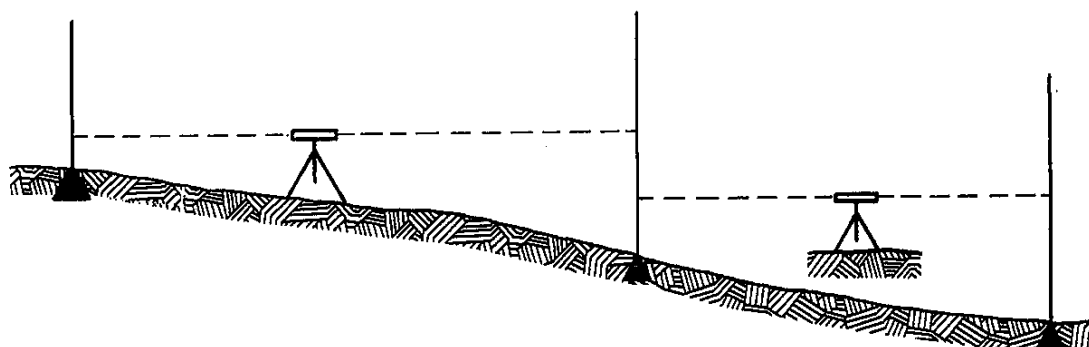
Pro určení bodů podrobného bodového pole polohového metodou polygonového pořadu je nutné použít oboustranně připojený a oboustranně orientovaný pořad. Pokud je pořad kratší než 1,5 km, je dostačující jedna orientace, popř. žádná (vetknutý pořad). V případě, že se jedná o pořad neorientovaný, může mít maximálně čtyři strany. Je-li to možné, alespoň na jednom z vrcholů se zaměří orientační úhel. Mezní poměr pro sousední délky v polygonovém pořadu je 1:3. Vodorovné směry jsou měřeny aspoň v jedné skupině, přístrojem zajišťující přesnost měřených směrů 0,0006 gon, u délek do 500 m lze použít přístroj s přesností 0,002 gon. Mezní odchylka v uzávěru skupiny a mezní rozdíl mezi skupinami je 0,003 gon. Délky jsou měřeny dvakrát, pokud to je možné tak obousměrně a to s přesností na 0,01 m. K měření se používají kalibrované dálkoměry a pásma. Pásmo lze použít na krátké vzdálenosti zpravidla na jeden klad. Naměřené délky musí být opraveny o matematické, fyzikální redukce a o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Mezní rozdíl dvou měřených délek je 0,02 m u délek do 500 m, 0,04 m u délek nad 500 m (Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, 2015).

2.10.2. Metody určování výškových bodů

Nivelace

Princip nivelace spočívá v odečítání výškového rozdílu na lati mezi bodem, na kterém je umístěna lať a bodem ve kterém se nachází střed dalekohledu přístroje. Vždy měříme čtení na lati na bod vzad a následně vpřed. Rozdílem těchto dvou čtení získáme převýšení mezi body, na kterých jsou umístěny latě.

Obrázek 17- Schéma nivelace



Zdroj: Kavanagh et Bird (2000), vlastní úprava

Technická nivelace

Technická nivelace je nejpoužívanějším druhem nivelace. Používá se pro běžné měřické práce. Technologii měření podrobně stanovuje „Směrnice pro technickou nivelaci“. Zvětšení dalekohledu je alespoň 16 - násobné, citlivost nivelační libely alespoň 60'' (80'' v koincidenční úpravě), nebo kompenzátor odpovídající přesnosti. Používají se latě s pevnou patkou a musí být zřetelně dělena stupnice, zpravidla po 0,01m. Dále se používají lehké podložky (Nevosád et Vitásek, 2000).

V praxi se používají dva druhy technické nivelace:

- Základní přesnosti (menší nároky na přesnost- běžné technické práce)
- Zvýšené přesnosti (větší nároky na přesnost- např. vodohospodářství)

U technické nivelace základní přesnosti se mohou používat skládací, zasouvací, či sklopné latě délky 2- 4 metry, které nemusí být vybavené krabicovou libelou (libelu lze nahradit kýváním). Maximální délka záměr v rovinatém terénu je 120m. Délky

záměr se nemusí rozměřovat, postačí odhadnout krokování. Rozdíl mezi délkou záměry vpřed a vzad, u krátkých záměr (do 50 metrů), by neměl být větší než 1-2 m. U dlouhých záměr pak maximálně 5 metrů. Toto pravidlo slouží k tomu, aby se nemusel přeastřovat dalekohled. Vložené a uzavřené pořady se měří jednou, volné pořady dvakrát (tam a zpět) (Blažek et Skořepa, 2009).

Základním kritériem přesnosti je mezní odchylka, která určuje maximální rozdíl mezi měřeným a daným převýšením:

$$\Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 40\sqrt{R} \quad \text{kde } R \text{ je délka nivelačního oddílu v kilometrech}$$

Skutečná odchylka Δh se vypočítá jako rozdíl daného převýšení a měřeného převýšení. Pokud platí, že $\Delta h \leq \Delta h_{\max}$ rozdělí se vzniklá odchylka (v celých mm) na záměry vzad.

Pokud pořad měříme dvakrát (zpravidla tam a zpět), porovnáme tyto dvě změřená převýšení s mezní odchylkou:

$$\Delta h'_{\max_{\text{mm}}} = 0,67 \times 40\sqrt{R} \quad \text{kde } R \text{ je délka nivelačního oddílu v kilometrech}$$

Odchylka Δh_2 se vypočítá jako rozdíl převýšení tam a zpět. Pokud platí, že $\Delta h_2 \leq \Delta h'_{\max}$ vypočteme aritmetický průměr těchto dvou měření. Dále vypočítáme rozdíl mezi měřeným převýšením (získané aritmetickým průměrem) a daným převýšením Δh . Opět porovnáme s mezní odchylkou, a pokud platí, že $\Delta h \leq \Delta h_{\max}$ rozdělí se vzniklá odchylka (v celých mm) na záměry vzad (Nevosád et Vitásek, 2000).

U technické nivelace zvýšené přesnosti se používají kvalitnější nivelační latě, které jsou ideálně celistvé. Lať je opatřené krabicovou libelou, která slouží k urovnání do svislého směru. Maximální délka záměr 80 metrů, ideálně však 40 – 50 metrů. Výška záměr (odečtení na lati) by nemělo klesnout pod 0,3 metru. Délky záměr se krokují, tak aby přístroj stál přesně ve středu sestavy a nemusel se dalekohled přeastřovat. Nivelační pořad se měří vždy tam a zpět.

Základním kritériem přesnosti je mezní odchylka, která určuje maximální rozdíl mezi měřeným a daným převýšením:

$$\Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 20\sqrt{R} \quad \text{kde } R \text{ je délka nivelačního oddílu v kilometrech}$$

Skutečná odchylka Δh se vypočítá jako rozdíl daného převýšení a měřeného převýšení. Protože pořad měříme dvakrát (tam a zpět), porovnáme tyto dvě změřená převýšení nejprve s mezní odchylkou:

$$\Delta h'_{\max_{\text{mm}}} = 0,67 \times 20\sqrt{R} \quad \text{kde } R \text{ je délka nivelačního oddílu v kilometrech}$$

Odchylka Δh_2 se vypočítá jako rozdíl převýšení tam a zpět. Pokud platí, že $\Delta h_2 \leq \Delta h'_{\max}$ vypočteme aritmetický průměr těchto dvou měření. Dále vypočítáme rozdíl mezi měřeným převýšením (získané aritmetickým průměrem) a daným převýšením Δh . Porovnáme s mezní odchylkou, a pokud platí, že $\Delta h \leq \Delta h'_{\max}$ rozdělí se vzniklá odchylka (v celých mm) na záměry vzad (Blažek et Skořepa, 2009).

Přesná nivelace

Přesná nivelace se používá pro určování nadmořských výšek bodů výškového bodového pole. Jedná se zejména o body České státní nivelační sítě III., IV. řádu a body plošných nivelačních sítí. Dále se používá v inženýrské geodezii, kde je kladen důraz na vyšší přesnost např. měření deformací objektů. Technologii měření přesně specifikuje „Nivelační instrukce pro práce v ČSJNS“. Zvětšení dalekohledu je alespoň 24 - násobné, citlivost nivelační libely alespoň 20,6'' (41'' v koincidenční úpravě), nebo kompenzátor odpovídající přesnosti. Používají se těžké litinové podložky, nebo nivelační hřeby. Všechny pořady přesné nivelace se měří dvakrát (tam a zpět). Záměry se pečlivě rozměřují pomocí pásma s přesností na decimetry.

Požadovaná přesnost závisí na tom, zda se jedná o měření pořadů v:

- České státní nivelační sítě III. řádu
- Nivelační sítě IV. řádu a plošné nivelační sítě

Při měření nadmořských výšek u bodů České státní nivelační sítě III. jsou kritéria přesnosti přirozeně vyšší. Je nezbytné, aby latě byly vybaveny invarovými stupnicemi, krabicovou libelou a opěrkami. U nivelačních přístrojů je nezbytný optický mikrometr. V případě použití elektronických nivelačních přístrojů tento požadavek odpadá. Přístroj se po celou dobu měření chrání slunečníkem. Maximální délka záměr je 40 metrů. Výška záměr by neměla klesnout pod 0,8 metru (v případě měření pořadu ve svažitéjším terénu a záměře kratší než 20 m pod 0,4 m). Mezní rozdíl čtení dvou stupnic od konstanty (hodnota, o kterou je jedna stupnice posunuta) je u jednotlivé záměry stanoven na 0,1 mm v sestavě pak 0,2 mm.

Základním kritériem přesnosti je mezní odchylka, která určuje maximální rozdíl mezi převýšením naměřeným tam a zpět:

$$\Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 3\sqrt{R} \quad \text{kde } R \text{ je délka nivelačního oddílu v kilometrech}$$

Dalším kritériem přesnosti je mezní odchylka pro nivelační úsek:

$$\Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 3\sqrt[3]{L^2} \quad \text{kde } L \text{ je délka nivelačních sestav v kilometrech}$$

Při ověřovacím měření mezi dvěma body, u kterých je známa nadmořská výška se k výsledným mezním odchylkám přičítají dva milimetry.

$$\Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 2\text{mm} + 3\sqrt{R} \quad \text{resp.} \quad \Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 2\text{mm} + 3\sqrt[3]{L^2}$$

S oběma výše uvedenými kritérii se porovnává rozdíl mezi daným převýšením a převýšením vypočteným aritmetickým průměrem (získaným měřením tam a zpět) (Nevosád et Vitásek, 2000).

Při měření nadmořských výšek u bodů České státní nivelační sítě IV. řádu a u plošných nivelačních sítí jsou kritéria přesnosti nižší. Používají se celistvé latě, které mohou být i dřevěné. U nivelačních přístrojů není nutný optický mikrometr. Maximální délka záměr je 50 metrů. Výška záměr by neměla klesnout pod 0,5 metru (v případě měření pořadu ve svažitéjším terénu a záměře kratší než 20 metrů pod 0,25 metru). Mezní rozdíl čtení dvou stupnic od konstanty (hodnota, o kterou je jedna stupnice posunuta) je u jednotlivé záměry stanoven na 1 mm v sestavě pak 1,5 mm. Základním kritériem přesnosti je mezní odchylka, která určuje maximální rozdíl mezi převýšením naměřeným tam a zpět:

$$\Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 5\sqrt{R} \quad \text{kde } R \text{ je délka nivelačního oddílu v kilometrech}$$

Dalším kritériem přesnosti je mezní odchylka pro nivelační úsek:

$$\Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 5\sqrt[3]{L^2} \quad \text{kde } L \text{ je délka nivelačních sestav v kilometrech}$$

Při ověřovacím měření mezi dvěma body, u kterých je známa nadmořská výška se k výsledným mezním odchylkám přičítají dva milimetry.

$$\Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 2\text{mm} + 5\sqrt{R} \quad \text{resp.} \quad \Delta h_{\max_{\text{mm}}} = 2\text{mm} + 5\sqrt[3]{L^2}$$

S oběma výše uvedenými kritérii se porovnává rozdíl mezi daným převýšením a převýšením vypočteným aritmetickým průměrem (získaným měřením tam a zpět)

Velmi přesná a zvlášť přesná nivelace

Metoda velmi přesné nivelace se používá pro měření v základním výškovém bodovém poli, především však u bodů nivelační sítě I. a II. řádu.

Zvlášť přesná nivelace se používá zejména při speciálních pracích, kde je požadována mimořádně vysoká přesnost (určování poklesů pilířů, pozorování vertikálních posunů zemské kůry, aj.).

Používají se nejpřesnější dostupné přístroje. Technologie měření se podobá přesné nivelaci používané při měření nivelačních pořadů III. řádu, jen kritéria přesnosti jsou přísnější (Blažek et Skořepa, 2009).

2.10.3. Metody určování tíhových bodů

Měření tíže lze provádět několika způsoby např. z letadel, lodí či na povrchu Země. Dříve se k měření používaly kyvadla, nyní je nahradily přesnější relativní a absolutní gravimetry. Relativní gravimetry jsou schopny měřit pouze prostorové rozdíly tíže či změny tíže v čase. Dělíme je na mechanické a supravodivé. Mechanické relativní gravimetry jsou vhodné pro polní měření. Supravodivé relativní gravimetry jsou přesnější, ale nepřenosné, proto jsou vhodné pro staniční měření. Absolutní gravimetry jsou schopné měřit absolutní hodnoty zemské tíže, ale protože jsou nepřenosné a velmi drahé používají se pro budování a kontrolu přesnosti základních bodů gravimetrické sítě (Kadlec et Hájková, 2009).

2.11. Závazné referenční systémy

V současné době je na území České republiky uzákoněno několik referenčních systémů:

- Světový geodetický systém 1984 (WGS84)
- Evropský terestrický referenční systém (ETRS)
- Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)
- Katastrální souřadnicový systém gusterberský
- Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský
- Výškový systém baltský – po vyrovnání (Bpv)
- Tíhový systém 1995 (S-Gr95)
- Souřadnicový systém 1942 (S-42/83)

(dle § 2 předpisu č. 430/2006 Sb.)

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální a výškový systém baltský – po vyrovnání bude podrobněji popsán v kapitolách 2.12 a 2.14.

2.12. Zavedení výškového systému Balt po vyrovnání

Po změně politické situace v 50. letech 20. století došlo k sjednocení výškových základů u států střední a východní Evropy. Doposud jednotlivé státy používaly pro své měřické práce různé nulové hladiny a různým způsobem zaváděli redukci z tíže do výpočtů.

Na společném jednání bylo domluveno:

- Na vybraných hraničních přechodech provést měřické spojení nivelačních sítí sousedních států
- V předem dohodnutém rozsahu předat do společného centra měřické výsledky národních nivelačních sítí i hraničních spojů. Tyto data byly potřebné pro společné vyrovnání nivelační sítě.
- Výpočet výšek vztahovat ke stejné srovnávací hladině. Jako srovnávací hladina byla určena střední hladina Baltského moře v přístavním městě Kronštatu na ostrově Kotlin ve Finském zálivu.

- Na základě Moloděnského teorie vytvořit systém normálních výšek. Při výpočtu redukcí z tíže se přihlíží ke skutečným hodnotám zemské tíže v daném místě.

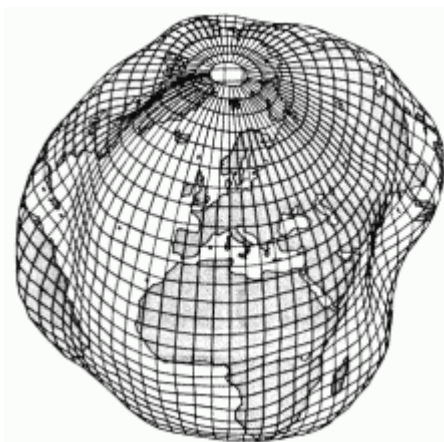
Přestože tyto práce začali již při dokončování nivelační sítě III. řádu, byly všechny pořady, i ty nově zaměřené, zpracovány v jadranském systému. Tím byla zajištěna ucelenost a jednotnost díla. Samotný převod do Baltského systému byl prováděn postupně. V první fázi byly zpracovány pořady I. řádu, jejich výšky byly určeny v mezinárodním výpočetním centru. Následovalo vyrovnání II. a III. řádu, které probíhalo vždy v rámci odpovídajících polygonů vyššího řádu. Ve finále byly určeny výšky všech bodů státní sítě v novém výškovém systému Balt po vyrovnání. Rozdíl mezi výškami v jadranském a baltském systému je asi 40 cm. Rozdíl však není konstantní z důvodu rozdílně zavedených redukcí z tíže a v odlišném postupu při vyrovnání (Cimbálník et al. 2007).

2.13. Aproximace Země

Geoid

Geoid je fyzikální model povrchu Země. Je definován jako střední hladina oceánů, které jsou vzájemně propojeny i pod kontinenty. Plocha, která je nepravidelná, se také nazývá nulová hladinová plocha. Hladinová plocha je ve všech místech kolmá na směr tíže (je horizontální) (Ratiborský, 2007).

Obrázek 18- Geoid



Zdroj: Nautisches Lexikon (2015)

Z důvodu matematické nedefinovatelnosti se geoid nahrazuje jinou jednodušší náhradní plochou (Císař et al. 1977).

Referenční sféroid

Geoid je nahrazován sféroidem. Jedná se o hladinovou plochu, kterou by Země získala působením gravitační a odstředivé síly, v případě, že by byla z homogenní hmoty. Toto rotační těleso by bylo na pólech zploštěné (Ratiborský, 2007).

Referenční elipsoid

Tvar a velikost rotačního elipsoidu je určena dvěma ze čtyř parametrů:

- a- hlavní poloosa elipsoidu
- b- vedlejší poloosa elipsoidu
- e- excentricita
- i- zploštění

Excentricita e je určena vzorcem: $e^2 = \frac{(a^2 - b^2)}{a^2}$ a zploštění i vzorcem: $i = \frac{(a-b)}{a}$

(Buchar, 2002).

V případě nahrazování geoidu rotačním elipsoidem vzniká tzv. tížnicová odchylka. Tento malý úhel svírá normálka ke geoidu s normálou k elipsoidu (Ratiborský, 2007).

V praxi se u nás používají Besselův, Krasovského a WGS-84 elipsoid (Buchar, 2002).

Tabulka 5- Parametry vybraných elipsoidů

Elipsoid	rok	a [m]	b [m]	i	Autor
Besselův	1841	6 377 397,15508	6 356 078,96290	1: 299,153	F.W.Bessel
Krasovského	1940	6 378 245,00000	6 356 863,04877	1: 298,300	F.N.Krasovskij
WGS-84	1984	6 378 137,00000	6 356 752,31425	1: 298,257	

Zdroj: Ratiborský (2007)

Referenční koule

Koule je těleso definované jen poloměrem R , má konstantní křivost a proto jsou výpočty jednodušší než na elipsoidu. V geodézii se velmi často používají dvojité zobrazení, to znamená zobrazení referenčního elipsoidu na kouli a tu poté zobrazit do roviny (Buchar, 2002).

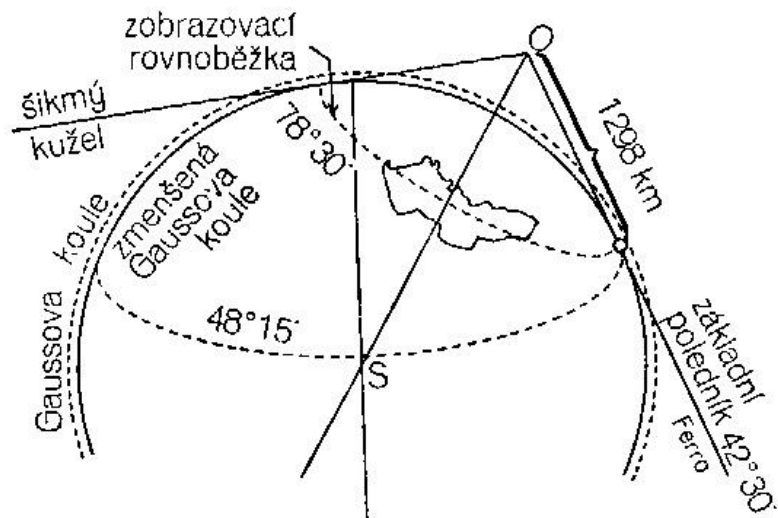
Referenční rovina

Jako referenční rovina se nejčastěji používá plášť kužele nebo válce či přímo tečná rovina. Podle polohy kužele nebo válce rozdělujeme na transverzální (osa leží v rovině rovníku), normální (osa splývá s osou Země) nebo obecné (umístěno libovolně). Tečnou rovinu používáme pro malá území, kde je možné zanedbat zakřivení Země (Ratiborský, 2007).

2.14. Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální

Systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální označovaný závaznou zkratkou S-JTSK je systémem přijatým pro Českou republiku. K definici byly použity prvky dřívější vojenské triangulace (rozměr, orientace, poloha na elipsoidu), Besselův elipsoid, jednotná trigonometrická síť katastrální a Křovákovo zobrazení. V roce 1922 navrhl Ing. Josef Křovák kartografické zobrazení pro tehdejší území Československa, zobrazení doposud nese jméno podle autora tzn. Křovákovo zobrazení. Jedná se o stejnoúhlé kuželové zobrazení v obecné poloze. Stejnoúhlé neboli konformní zobrazení je takové zobrazení, u kterého délkové zkreslení nezávisí na směru délkového elementu, díky tomu se nezkrslují úhly. Poloha zobrazovací plochy v tomto případě kužele je vůči referenční ploše v obecné poloze. To znamená, že osa procházející středem kužele svírá s rovinou rovníku úhel, který je různý od 0° a 90° .

Obrázek 19- Schéma Křovákovy zobrazování



Zdroj: Čada (2007)

Zobrazovací rovnice sloužící k definování zobrazení splňují podmínky spojitosti a jednoznačnosti s výjimkou singulárních bodů. Jednotná trigonometrická síť katastrální tvořena 268 body nové základní sítě, z nichž 107 bylo totožných s body I. řádu vojenské triangulace. Úhly byly měřeny Schreiberovou metodou.

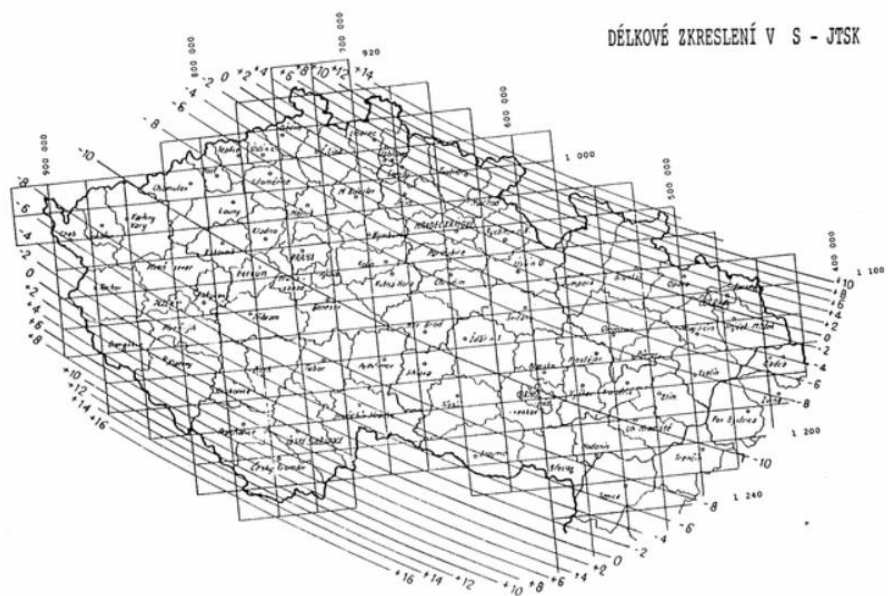
Transformace zeměpisných souřadnic (φ, λ), na pravoúhlé (x, y) vyžaduje 4 etapy výpočtu:

- Převod zeměpisných souřadnic (φ, λ) na sférické (U, V). Konformním zobrazením Besselův elipsoid převedeme na Gaussovu kouli. Poloměr Gaussovy koule je určen pro zeměpisnou šířku $\varphi = 49^{\circ}30'$ a je roven 6 380 703,6105 m.
- Převod sférických souřadnic (U, V) na kartografické souřadnice (\check{S}, D) na Gaussově kouli s posunutým pólem P o souřadnicích:
 $\lambda_p = 42^{\circ}30'$ východně od Ferra
 $\varphi_p = 90^{\circ} - \alpha, \alpha = 30^{\circ}17'17,30311''$
- Konformním kuželovým zobrazením převod kartografických souřadnic

(\check{S} , D) na (R , D'). Základní kartografická rovnoběžka $\check{S}_0 = 78^\circ 30'$ je zvolena pro obecné kuželové zobrazení (normální k soustavě \check{S} , D). Tato základní kartografická rovnoběžka vychází z bodu o souřadnicích $\varphi = 48^\circ 15'$, $\lambda = 42^\circ 30'$. Pro dosažení menšího délkového zkreslení byl poloměr Gaussovy koule zmenšen na $r' = 0,9999 R$. Z tohoto důvodu se musí naměřené délky při převodu do zobrazovací roviny S-JTSK zredukovat o tyto redukce:

- Na spojnici středů stabilizačních značek
 - Na vodorovnou
 - Do nulového horizontu
-
- V obraze základního poledníku $\lambda_p = 42^\circ 30'$ leží kladná osa x směřující na jih. Osa y je otočená o 90° ve směru hodinových ručiček a směřuje tedy na západ. Počátek souřadnic leží ve vrcholu kužele. Celé území České republiky je umístěno v prvním kvadrantu. Definitivní tvar sítě byl získán úhlovým vyrovnáním. Jak již bylo zmíněno, z časových a ekonomických důvodů nebyly měřeny základny ani nebyla provedena nová astronomická měření. Poloha, rozměr i orientace na elipsoidu byly určeny z vojenské triangulace pomocí 107 identických bodů. K zeměpisným souřadnicím byly vypočteny pravoúhlé souřadnice v rovině Křovákova zobrazení. Využitím naměřeného azimutu a délky z vojenské triangulace u strany Chmelová- Velký Choč byly rovinné souřadnice vypočteny podruhé. Odvozením délek a směrů pro všechny strany sítě byly vypočteny prozatímní souřadnice všech bodů. Nyní byly k dispozici dvoje různé souřadnice 107 bodů. U bodů, které byly rozděleny do šesti skupin podle výsledků Helmertovy transformace, byla posouzena jejich kvalita. Vzhledem k faktu, že na některých bodech byly zjištěny až několikametrové rozdíly, bylo rozhodnuto, že k transformaci bude použito jen 42 bodů v Čechách. Z vybraných 42 bodů byly vypočteny prvky transformačních rovnic a dále určeny definitivní pravoúhlé souřadnice bodů I. řádu (Ratiborský, 2006).

Obrázek 20- Délkové zkreslení v S-JTSK



Zdroj: Čada (2007)

3. Diskuze

Bodové pole jak ho známe nyní, prošlo staletí trvajícím vývojem. V této práci jsem se věnovala vývoji přibližně od poloviny 19. století. Během vývoje bodových polí docházelo k značným nepřesnostem, které vznikali at' už neznalostí dané problematiky, nedostatečně přesnými přístroj, nebo hrubými chybami pracovníků.

Nedomyšlením některých důsledků vznikly hrubé chyby např. měření tam a zpět bylo prováděno s prodlevou i několika let.

Zajímavým příkladem je, že pro mapy stabilního katastru bylo použito sáhové míry a měřítko 1:2880, oproti tomu mapy Jednotné trigonometrické sítě katastrální jsou již v metrické míře a v měřítku 1:1000 a 1:2000. Je zřejmé, že nezadržitelný vývoj se dotkl i volby vhodných jednotek a měřítek.

Značným vývojem prošli i měřické pomůcky, takže se nelze divit, že přesnost dřívějších sítí je na dnešní poměry nedostatečná. Je důležité zmínit i časovou náročnost, dřívější měření probíhající několik hodin jsme nyní schopni zvládnout za pár minut díky moderním technologiím.

Dříve se tíhová měření prováděly pomocí kyvadel, v současné době máme k dispozici přesné gravimetry.

Měřené hodnoty se dříve zapisovaly výhradně do zápisníků a ručně zpracovávali, což nyní odpadá používáním automatizovaných přístrojů a geodetických softwarů.

S informacemi, které známe nyní, se nám mohou některé chyby v dřívějších sítích zdát jako nepřijatelné, což je dle mého názoru způsobeno neustálým vývojem.

Dovoluji si tvrdit, že v budoucnu bude docházet k dalšímu vývoji technologií a měřických metod. Lze tedy předpokládat, že požadavky na přesnost budou dále vzrůstat a bude nezbytné vybudovat nové sítě.

4. Závěr

Tuto práci jsem vypracovala tak, aby tvořila ucelené dílo. Je zřejmé, že bodové pole na našem území prošlo za dobu své existence značným vývojem. Na počátku vývoje se jednalo o několik stovek bodů v rámci jednoho státu, později docházelo k zhušťování a připojení k sítím sousedních států. Postupem času s rozvíjejícími se technologiemi se začali projevovat chyby a nepřesnosti. Tyto nedostatky vedly k dalším měřením a studiím dané problematiky a k zpřesňování sítí.

Při psaní této práce jsem se snažila dopodrobna popsat důležité události, které předcházely současnému stavu bodových polí na našem území a zároveň ty méně důležité pouze zmínit z důvodu zachování zadaného rozsahu.

5. Přehled použité literatury

Knihy:

ABELOVIČ J., MIČUDA J., MITÁŠ J., WEIGEL J., 1990: Meranie v geodetických sieťach, 1, vydání, vydala Alfa, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, n. p., Bratislava, Hurbanovo nám. 3, 274 s.

BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 2009: Geodézie 3 (Výškopis), 3. vydání, vydalo České vysoké učení technické v Praze, Česká technika – nakladatelství ČVUT, Thákurova 1, 160 41 Praha 6, 162 s.

BUCHAR P., 2002: Matematická kartografie 10, 2. vydání, vydalo vydavatelství ČVUT, Zikova 4, 166 36 Praha 6, 203 s.

CIMBÁLNÍK M.: 1992: Vyšší geodézie geometrická a geodetické polohové základy (Doplňkové skriptum), 1. vydání, vydalo vydavatelství ČVUT, Zikova 4, Praha 6, 51s.

CIMBÁLNÍK M., ZEMAN A., KOSTELECKÝ J., 2007: Základy vyšší a fyzikální geodezie, 1. vydání, vydalo České vysoké učení technické v Praze, Česká technika – nakladatelství ČVUT, Thákurova 1, 160 41 Praha 6, 218s.

CÍSAŘ J., BOGUSZAK F., JANEČEK J., 1977: Mapování pro 3. a 4. Ročník SPŠ Zeměměřických, 3. nezměněné vydání, vydala a vytiskla Kartografie, n. p., Praha, Fr. Křížka 1, Praha 7, 492 s.

HÁNEK P., 1997: 250 století zeměměřictví (Data z dějin oboru), 1. vydání, vydal Klaudian Praha, spol. s r.o., Trachtova 2, 158 00 Praha 5, 70 s.

HRABĚ A., BENEŠ F., 1997: Vývoj výškových základů na území České republiky, vydal Zeměměřický úřad, Praha.

KADLEC M., HÁJKOVÁ J., 2009: K čemu slouží gravimetr. Časopis zeměměřič, vydání 7+8/2009

KAVANAGH B. F., BIRD S. J. G., 2000: SURVEIYNG Principles and Applications, Fifth Edition, Prentice Hall, 722s.

KOSTELECKÝ J., DUŠÁTKO D., 1998: Geodetické referenční systémy v České republice. Vývoj od klasických ke geocentrickým souřadnicovým systémům, 1. vydání, vydal VÚGTK ve spolupráci s Vojenským zeměpisným ústavem Praha, 186s.

MERVART L., CIMBÁLNÍK M., 1997: Vyšší geodézie 2, 1. vydání, vydalo vydavatelství ČVUT, Žitná 4, 166 35 Praha 6, 178s.

NEVOSÁD Z., VITÁSEK J., 2000: Geodézie III, vydalo vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUITIUM, Antonínská 1, Brno, 140s

OLEJNÍK S., 1997: Vývoj gravimetrických základů na území České republiky, vydal Zeměměřický úřad, Praha.

PICK M., PÍCHA J., VYSKOČIL V., 1973: Úvod ke studiu tíhového pole Země, 1. vydání, vydala Academia nakladatelství Československé akademie Praha, 516s.

PÍCHA J., 1954: Gravimetrie, 1. vydání, vydalo Státní nakladatelství technické literatury Praha, 164s.

RATIBORSKÝ J., 2006: Geodézie 2, 1. vydání, vydalo České vysoké učení technické v Praze, Česká technika – nakladatelství ČVUT, Thákurova 1, 160 41 Praha 6, 133 s.

RATIBORSKÝ J., 2007: Geodézie 10, 2. vydání, vydalo České vysoké učení technické v Praze, Česká technika – nakladatelství ČVUT, Thákurova 1, 160 41 Praha 6, 234 s.

Internetové zdroje:

ČADA V., 2007: Přednáškové texty z Geodézie. Západočeská univerzita, Plzeň, online: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch10s02.html>

ČERNOHORSKÝ J., 2013: Dvacet let Zeměměřického úřadu. Geodetický a kartografický obzor, vydání 07/2013 online: http://egako.eu/pdf/gako_2013_07.pdf

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ online:
http://bodovapole.cuzk.cz/_gdb.aspx

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ online:

<http://bodovapole.cuzk.cz/>

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ online:

http://bodovapole.cuzk.cz/_znbImage.aspx?id=P94pOXPJfA7QbarioKOLiO%2b73Tf0fThihnfVrQWLJVEtXBGkLeLoxUP%2feE8ilkjHtGStgK%2b%2fpnE%3d

ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ online: <http://czepos.cuzk.cz/>

HRDLIČKA M., FAJETA J., 2001: Bodová pole jako základ vytváření nových map,

Časopis Zeměměřič, online: <http://www.zememeric.cz/default.php?/8+9->

[01/index.html](http://www.zememeric.cz/default.php?/8+9-01/index.html)

KOSTELECKÝ J., KOSTELECKÝ J., 2006: Perspektiva polohových geodetických základů v České republice online:

http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/17_kostecky_j_j/paper/17_kostecky_j_j.pdf

NAUTISCHES LEXIKON: Exkurs: Erdoberfläche und Referenzflächen, online:

http://www.nautisches-lexikon.de/b_navi/geodaesie/x_geoid.html

NÁVOD NA OBNOVU KATASTRÁLNÍHO OPERÁTU, 2015: Vydal Český úřad zeměměřický a katastrální, 30.1.2015 Online: http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod_150150022.aspx

OLEJNÍK S., DIVIŠ K., 2002: Tíhový systém 1995 na území České republiky.

Geodetický a kartografický obzor, vydání 08/2002 online:

<http://archivnimapy.cuzk.cz/zemvest/cisla/Rok200208.pdf>

SCHENK J., 2004: Geodetické sítě (Bodová pole), Vysoká škola báňská- Technická univerzita Ostrava, online: <http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/geosite.pdf>

TARABA P.,: Geodetická měření pomocí GNSS, Český úřad zeměměřický a katastrální, online: <http://slideplayer.cz/slide/1915868/>

TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK VÚGTK: Laplaceovy body, online:

https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=3416&l=laplaceuv-bod--laplaceova-stanice

TRÄGER L., 2000: Vývoj gravimetrické sítě na území bývalého Československa, Zeměměřický úřad, Praha, online:

https://www.vugtk.cz/odis/sborniky/sb2005/Sbornik_50_let_VUGTK/Part_1-Scientific_Contribution/12-Trager.pdf

Normy a zákony:

ČSN 73 0401 Názvosloví v geodézii a kartografii

ČSN 73 0402 Značky veličin v geodézii a kartografii

ČSN 73 0415 Geodetické body

Předpis č. 31/1995 Sb. Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením

Předpis č. 430/2006 Sb. Nařízení vlády o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání

Předpis č. 256/2013 Sb. Zákon o katastru nemovitostí (katastrální zákon)

6. Seznam tabulek

Tabulka 1- Statistika výškových bodů k 26.11.2014	15
Tabulka 2 - Statistika tíhových bodů v roce 2013	16
Tabulka 3- Vývoj počtu uživatelů CZEPOS	21
Tabulka 4- Statistika výškových bodů v roce 1995	25
Tabulka 5- Parametry vybraných elipsoidů	50

7. Seznam obrázků

Obrázek 1- Základní geodynamická síť	13
Obrázek 2- Základní bod Lišov.....	14
Obrázek 3- Česká státní nivelační síť I. - III. řádu.....	16
Obrázek 4- Vojenská triangulace	18
Obrázek 5- Jednotná trigonometrická síť I.řádu	19
Obrázek 6- Astronomicko-geodetická síť	20
Obrázek 7- Síť permanentních stanic GNSS České republiky	22
Obrázek 8- Sterneckova měření	26
Obrázek 9- Gravimetrická síť (1948-1954)	27
Obrázek 10- Schéma stabilizace trigonometrického bodu- kamenný hranol se dvěma podzemními značkami	31
Obrázek 11- Hřebová značka osazující se shora.....	33
Obrázek 12- Hřebová značka osazující se shora nebo ze strany.....	34
Obrázek 13- Čepová značka s označením "Státní nivelace" se používá pro body Základního bodového pole, nebo bez nápisu pro podrobné body. Osazuje se ze strany	34
Obrázek 14- Rajón	39
Obrázek 15- Protínání vpřed z délek.....	40
Obrázek 16- Protínání vpřed z úhlů	41
Obrázek 17- Schéma nivelace	43
Obrázek 18- Geoid	49
Obrázek 19- Schéma Křovákova zobrazení	52
Obrázek 20- Délkové zkreslení v S-JTSK	54

8. Seznam příloh

Příloha 1- Výškový bod umístěný na stavidle. Lokalita Duchcov.....	64
Příloha 2- Stabilizace pomocí plastového mezníku. Lokalita Ondřejov.....	64
Příloha 3- Tíhový bod. Žulová deska 60 x 60 x 10 (cm) na betonovém podkladu, hloubka založení 50 cm. Lokalita Teplice	65
Příloha 4- Bod základní geodynamické sítě. Nucená centrace 0,9 m nad terénem, hloubka založení 10 m. Chráněný krytem, betonovou pažnicí a skruží. Nivelační bod. Lokalita Klecany	65
Příloha 5- Zděná měřická věž Pecný. Uvnitř umístěn trigonometrický bod. Lokalita Ondřejov.....	66
Příloha 6- Ochranná tyč s tabulkou. Lokalita Klecany	67
Příloha 7- Základní nivelační bod VIII.ZNB- Teplice. Chráněn pomníkem	68
Příloha 8- Základní nivelační bod XII.ZNB- Pecný. Chráněn žulovou krycí deskou. Lokalita Ondřejov	69
Příloha 9- Nová stabilizace geodynamického bodu 28 Teplice. Nucená centrace 0,1 m nad terénem	69
Příloha 10- Stabilizace pomocného bodu hřebíkem. Lokalita Duchcov.....	70
Příloha 11- Trigonometrický bod, stabilizovaný kamenným hranolem, ochranná tyč s tabulkou. Lokalita Dlouhá louka.....	71
Příloha 12- Ochranná tabulka umístěná na budově. Lokalita Praha-Záběhlce	72
Příloha 13- Čepová nivelační značka. Lokalita Praha-Záběhlce	72
Příloha 14- Gravimetrická základna Hřensko - Dolní Dvořiště.....	73
Příloha 15- Geodetické údaje zhušťovacího bodu	74

Příloha 1- Výškový bod umístěný na stavidle. Lokalita Duchcov



Zdroj: Autor (2014)

Příloha 2- Stabilizace pomocí plastového mezníku. Lokalita Ondřejov



Zdroj: Autor (2014)

Příloha 3- Tíhový bod. Žulová deska 60 x 60 x 10 (cm) na betonovém podkladu, hloubka založení 50 cm. Lokalita Teplice



Zdroj: Autor (2014)

Příloha 4- Bod základní geodynamické sítě. Nucená centrace 0,9 m nad terénem, hloubka založení 10 m. Chráněný krytem, betonovou pažnicí a skruží. Nivelační bod. Lokalita Klecany



Zdroj: Autor (2015)

**Příloha 5- Zděná měřická věž Pecný. Uvnitř umístěn trigonometrický bod.
Lokalita Ondřejov**



Zdroj: Autor (2014)

Příloha 6- Ochranná tyč s tabulkou. Lokalita Klecany



Zdroj: Autor (2015)

Příloha 7- Základní nivelační bod VIII.ZNB- Teplice. Chráněn pomníkem



Zdroj: Autor (2015)

Příloha 8- Základní nivelační bod XII.ZNB- Pecný. Chráněn žulovou krycí deskou. Lokalita Ondřejov



Zdroj: Autor (2014)

Příloha 9- Nová stabilizace geodynamického bodu 28 Teplice. Nucená centrace 0,1 m nad terénem



Zdroj: Autor (2014)

Příloha 10- Stabilizace pomocného bodu hřebíkem. Lokalita Duchcov



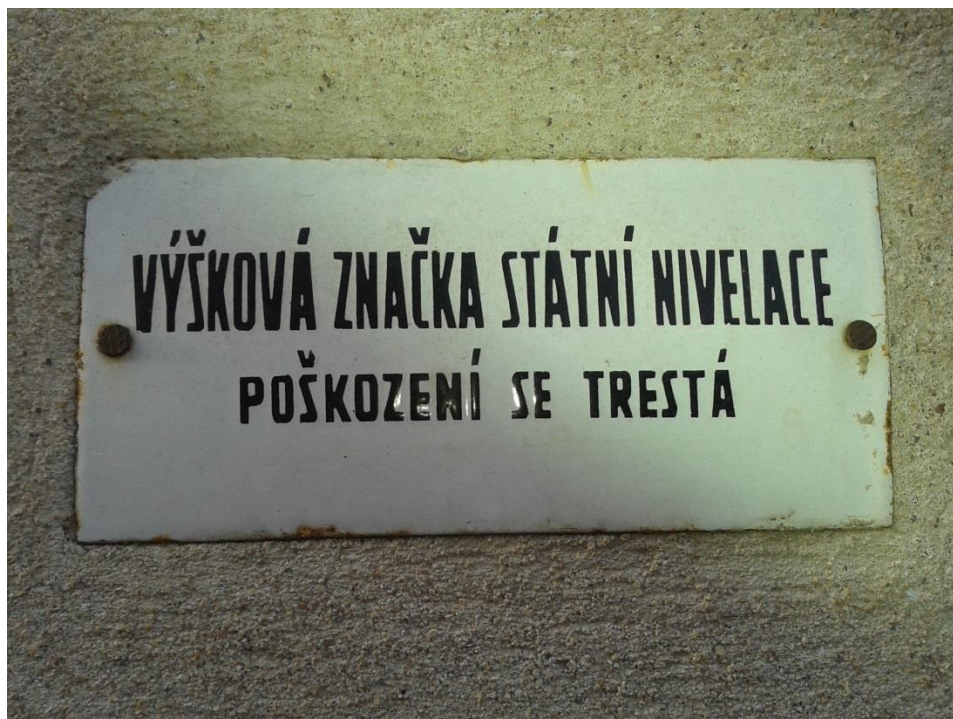
Zdroj: Autor (2014)

Příloha 11- Trigonometrický bod, stabilizovaný kamenným hranolem, ochranná tyč s tabulkou. Lokalita Dlouhá louka



Zdroj: Autor (2014)

Příloha 12- Ochranná tabulka umístěná na budově. Lokalita Praha-Záběhllice



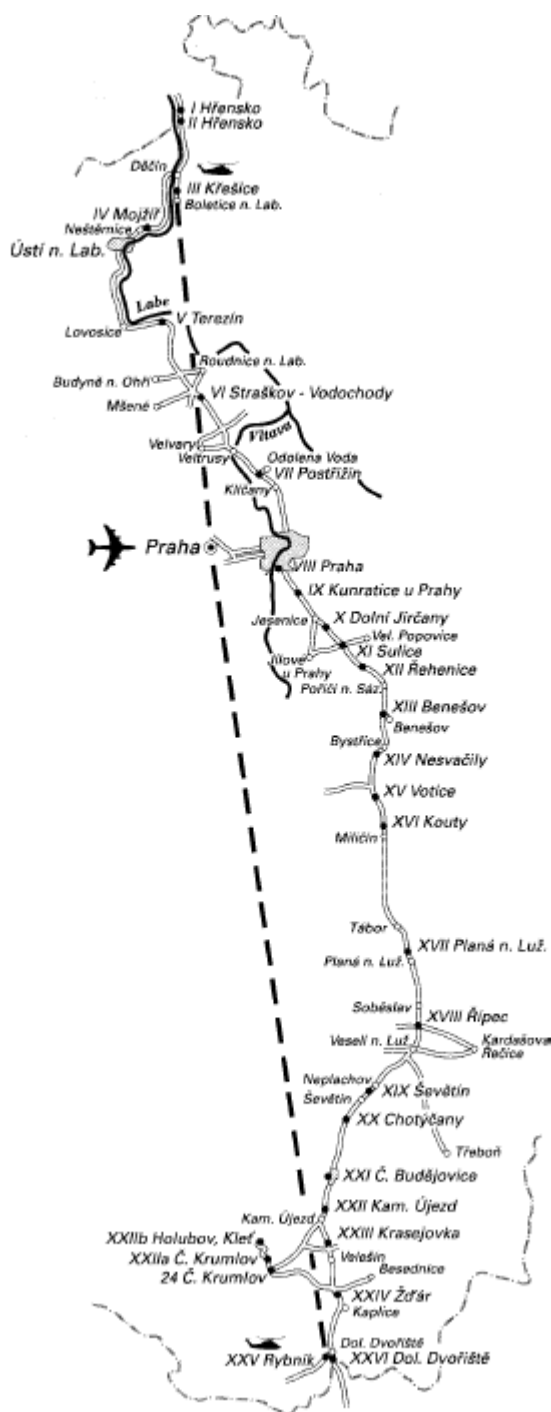
Zdroj: Autor (2015)

Příloha 13- Čepová nivelační značka. Lokalita Praha-Záběhllice



Zdroj: Autor (2015)

Příloha 14- Gravimetrická základna Hřensko - Dolní Dvořiště



Zdroj: Träger (2000)

Příloha 15- Geodetické údaje zhušťovacího bodu

GEODETICKÉ ÚDAJE zhušťovacího bodu

Kraj: Ústecký kraj

Okres: Teplice

Obec: Duchcov

List č.: 1/1

Stav k: 2003

Vytvořeno pro web 02.04.2015

TL	0618
ZM-50	02-32
SMO-5	020529

Číslo a název bodu		266		Duchcov – zámekový kost												
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška												
				Bpv	vztahuje se na											
266	ZHB	782343.01	979595.23	258.00	střed makovice											
266.1	ZB1	782261.13	979549.54	niv. 217.33	levý čep											
266.2	ZB2	782264.51	979608.10	niv. 216.79	levý čep											
266.3	EC1	782345.02	979607.71	258.11	střed makovice											
Orientace na body (v gradech) :																
Bod číslo :		Jižník	Délka strany	Bod číslo :												
266.1		267.5977	93.770	266.1-266.2												
266.2		310.3453	79.550													
Bod určen :																
Bod		266		266.1		266.2		266.3								
Přib. údaje	0,00		střed mak. sever. věže		0,00		boční stáb Z 139 r 139		0,00		boční stáb Z 179 r 139		0,00		střed makovice jižní věže	
	Ochranný znak (druh,rek)															
Kat.území		Duchcov st.75		Duchcov 75		Duchcov 73		Duchcov st.75								
Panc.čís.																
Bod		266		266.1		266.2		266.3								
Rok	Organizace,rok	1950 SZKÚ Praha		2003 KÚ Liberec		2003 KÚ Liberec		1950 SZKÚ Praha								
	Určení YX	2003		2003		2003		2003								
	Určení výšky	2003		2003		2003		2003								
	[Pre]Stabilizace			2003		2003		2003								
Údržba	2003															
Obnova																
Poznámka : centr – pův. 0618 – 75 + EC – pův. 0618 – 75.1 přeúčteny protínáním, ZB 1+ ZB 2 určeny kombinovaně																

Zdroj: ČÚZK (2015)